

ВЕННЫЙ ТИМИРЯЗЕВСКИЙ
ССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ

ДИАЛЕКТИКА В ПРИРОДЕ

СБОРНИК ПО МАРКСИСТСКОЙ МЕТОДОЛОГИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

СБОРНИК ВТОРОЙ

СЕВЕРНЫЙ ПЕЧАТНИК
ВОЛОГДА 1927

ДИАЛЕКТИКА В ПРИРОДЕ

Сборник по марксистской методологии естествознания

№ 2

„СЕВЕРНЫЙ ПЕЧАТНИК"
ВОЛОГДА
1926

Типо-литография Акц. О-ва „Северный Печатник“.

Гублит № 955 (Вологда). Тираж 3000 экз.



ДИАЛЕКТИКА В ПРИРОДЕ

ОТ РЕДАКЦИИ.

Государственный Тимирязевский Научно-Исследовательский Институт ставит своей основной задачей разработку материалистической диалектики на основе проблем естествознания. Задача эта настоятельно диктуется как потребностями развития естествознания в целом, так и нуждами работников его отдельных специальных областей. Изучение объективной диалектики материального мира на основе достижений естествознания должно пролить свет на внутреннюю связь целого ряда и по сие время еще разрозненных областей и фактов и дать тот методологический компас, руководствуясь показаниями которого, рядовой естествоиспытатель из узкого эмпирика, блуждающего по лесу огромного количества фактов, превратится в сознательного организатора науки и творца широких, обобщенных научных построений.

Необходимость широкого мировоззрения, нужда в широкой методологической теории ощущается сейчас наиболее остро, чем когда-либо. Уже пятьдесят лет тому назад Энгельс совершенно справедливо указывал, что «всякому, кто занимается теоретическими вопросами, результаты современного естествознания навязываются с такой принудительностью, с какой современные естествоиспытатели, — желают ли они того или нет, — вынуждены приходить к обще-теоретическим выводам» [1]. Если эти слова были верны тогда, то теперь они верны сугубо, так как после того, как они были написаны, естествознание продвинулось далеко вперед и поставило много новых, широких теоретических проблем.

Работники естествознания сейчас очень остро чувствуют потребность в правильной методологии. Теперь «философствующий естествоиспытатель» не представляет уже такой редкости,

[1] «Архив Маркса и Энгельса», кн. II, стр. 125.

как это было в эпоху Энгельса. Но горе в том, что нередко этот «философствующий естествоиспытатель» философствует так, что невольно хочется ему посоветовать бросить это занятие. Не имея необходимой философской школы и подходя к сложнейшим методологическим проблемам с одним только спасительным «здравым смыслом», он с необычайной легкостью решает все вопросы, при чем такое решение часто приносит еще больше путаницы и недоразумений, чем было раньше.

С другой стороны, естествознание получает очень мало помощи от специалистов-философов. Последние, оторвавшись от конкретной, практической почвы науки, начинают все больше и больше заниматься бесплодной игрой терминами и понятиями. Все их умозрения все сильнее и сильнее начинают приближаться по своему характеру либо к простым филологическим исследованиям прежних философских систем, либо к пустому и никому ненужному схоластическому вербализму. Этот, в настоящее время, к сожалению, господствующий тон философии только сильнее отпугивает от нее естествоиспытателей и дает необычайно благоприятную почву для позитивизма и эклектизма, что очень часто приводит естествоиспытателя к ничем не прикрытому идеализму.

Разработка подлинно научной методологии естествознания, разработка материалистической диалектики, возможна только в том случае, когда теоретическое мышление пойдет рука об руку с практической проверкой при помощи положительной науки. Такое единство, такой синтез теории и практики и пытается осуществить наш Институт.

Институт объединяет как естественников, работников специальных отраслей естествознания, ведущих экспериментальную работу, так и философов, занимающихся теоретическими вопросами и общими проблемами. Именно, такая кооперация философов и естественников, как нам кажется, может дать полезные результаты. Только при коллективных усилиях работников этих двух областей можно будет проделать действительно плодотворную работу. Специальные знания естественников будут оплодотворять мысль философов, а специальные знания философов будут оказывать помощь естественникам в поисках связей, правильных переходов из одного круга явлений в другой.

Единство фактического материала и теории, которое мы пытаемся осуществить, позволит действительно вскрыть объективную диалектику природы и показать, как своеобразие каждой области ее сочетается с единством целого. Для нас это представляется единственно возможным путем работы, ибо мы не хотим ограничиваться простым подбором примеров, иллюстрирующих то или иное положение материалистической диалектики. Мы хотим придти к общей методологии науки. В этом отношении т. Ленин указал единственно правильный путь. «Тождество противоположностей,—говорит он, критикуя предшествующий период развития марксистской мысли,—берется, как сумма примеров..., а не как закон познания и закон объективного мира», дающий «ключ к скачкам, к перерыву постепенности» [1]). И мы, кроме того, памятуем слова Маркса, что «подведение множества случаев под один общий принцип Гегель никогда не называл диалектикой» [2]).

Трудности, которые встанут перед нами, очень велики. Но то идейное наследство, которое оставили классики марксистской мысли, поможет нам выбраться на правильную дорогу. Поэтому наша ближайшая задача будет заключаться в уяснении и теоретической разработке этого наследства. Только после детального разбора и усвоения этого наследства в связи с современным естественно-научным материалом мы сможем приступить к дальнейшей работе — к систематической увязке всего естественно-научного знания в духе диалектического материализма и к систематической разработке общей методологии естествознания.

Особо важное значение имеет для нас Энгельсовская «диалектика природы». Наш первый сборник, приготовленный к печати до появления этой книги, естественно, не мог ее использовать. Но в дальнейшем книга эта, наряду с «Анти-Дюрингом», «Материализмом и Эмпириокритицизмом» Ленина и другими классическими произведениями, стоит отправным пунктом всей нашей работы. Ближайшая задача наших сотрудников будет заключаться в подробной разработке и всестороннем изучении

---

[1]) «К вопросу о диалектике». «Под Знаменем Маркс.», № 5 — 6, 1925 г., стр. 14.

[2]) Письмо к Энгельсу от 9/XII—1861 г.

тех ценнейших мыслей Энгельса, которые оставил он нам в этой недавно опубликованной рукописи, чтобы этим содействовать широкому использованию их теми марксистами, которые занимаются естествознанием, и всеми теми специалистами, которые желают познакомиться с идеями Энгельса о математике, механике, электричестве, химии и биологии.

Ставя такую цель перед нашими сборниками, мы выбрали в качестве заглавия сборника как раз название: «Диалектика в природе», желая этим выразить, что мы пытаемся следовать примеру и заветам Энгельса, продолжая ту линию, которую он считал правильной, и, идя по которой, он надеялся выяснить и обосновать роль и значение диалектико - материалистического метода в области естествознания. Мы стремимся к тому, чтобы этот метод стал таким же орудием в руках естествоиспытателей, каким, благодаря Марксу, Энгельсу и Ленину, он стал для области общественных явлений.

Наша цель заключается в том, чтобы вскрыть в природе основные законы материалистической диалектики: исследовать на основе конкретных естественно-научных материалов из всех областей мертвой и живой природы основные диалектические переходы, т.-е. изучить те реальные связи в неорганической и органической природе, без которых нет ясного и действительно глубокого понимания внешнего мира.

Необходимо эти связи и переходы именно изучать, ибо иначе впадешь в ту ошибку, от которой предостерегал Ленин. Скачки и переходы не должны представлять собой огромной кучи примеров. Такой взгляд по своему существу не выходит за пределы «ползучего эмпиризма». Мы стремимся дать исчерпывающее объяснение скачков, раскрыть их своеобразие, не довольствуясь голыми утверждениями, что переход из механики в физику — это скачок, переход из физики в химию — это опять скачок, и переход из химии в биологию — тоже скачок.

Мы считаем необходимым идти по пути, указанному Энгельсом в следующих его словах: «Но так как теперь в природе доказана всеобщая связь развития, то чисто внешнее расположение материала так же недостаточно, как гегелевские искусственные диалектические переходы. Переходы должны совершаться сами собой, должны быть естественными. Подобно

тому, как одна форма движения развивается из другой, так и отражения этих форм, различные науки, должны с необходимостью вытекать одна из другой» («Диалектика Природы», стр. 33). Поэтому основная задача представляется нам именно в раскрытии своеобразия этих скачков, т.-е. действительное конкретное их изучение, а не абстрактно-схоластическое повторение. Об этой последней форме «диалектики» Гегель, критикуя Шеллинга, говорил следующее: «такая философия похожа на ночь, где все кошки серы... Она есть бесформенное повторение одного и того же, примененная поверхностно к разным материалам... Развитие состоит в этом случае в повторении той же формулы... Она—бесцветный формализм» [1]).

Великая задача всех наук — воссоздать конкретную действительность в целях ее изменения — заключает в себе требование перехода от анализа, разложения явлений на их элементы, к их восстановлению, их синтезу. Не трудно понять, что такой синтез невозможен без тщательного изучения того своеобразия, которое отличает более сложные процессы природы от менее сложных. Поэтому мы и считаем первой нашей обязанностью детальное изучение этих процессов и,—что является решающим,—объяснение роли и возникновения их качественного своеобразия.

Мы твердо верим в то, что этим мы приступим к такой полосе разработки марксистской методологии, которая в настоящее время напрашивается уже сама собой. Среди наших сотрудников мы имеем марксистов, обладающих не только теоретическим знакомством с марксизмом вообще и его методологией в частности, но и достаточным навыком в его применении; кроме того, часть их является специалистами той или иной области естествознания и поэтому может говорить не о методологии марксизма вообще, но о ней, как она проявляется в той отрасли знания, которой они занимаются в качестве своей основной и повседневной профессии.

Остается еще один вопрос, требующий ясной и безоговорочной определенности. Это — наше отношение к Гегелю. Мы придерживаемся того убеждения, что диалектику Гегеля нужно

---

[1]) Гегель. «Феноменология духа», стр. 11.

основательно, тщательно и продолжительно изучать и усвоить из нее все, что в ней ценно. Только основательное знакомство с Гегелем позволит проникнуть в самую суть материалистической диалектики. Но, пользуясь Гегелем, нельзя все же перегибать палки слишком сильно в его сторону. Диалектический материализм, правда, вырос из гегельянства, но не является разновидностью этого гегельянства. Маркс, Энгельс, Плеханов и Ленин взяли от Гегеля многое, но взяли не просто, а критически преодолев то, что брали.

Мы не склонны думать, что все вопросы мироздания решены уже в гегелевской «Науке логики». Мы твердо стоим на той позиции, что Гегель требует к себе сугубо критического отношения. Мы не склонны заменить действительный анализ объективного мира перифразированием произведений Гегеля. Мы хотим следовать за Энгельсом, овладевшим материалом естествознания, указавшим целый ряд его внутренних связей и тем вскрывшим существеннейшие моменты объективной диалектики природы. Свой путь Энгельс достаточно ясно формулировал в предисловии к «Анти-Дюрингу». «Для меня,—говорит он здесь,—речь шла не о том, чтобы применить к природе диалектические законы, но чтобы в ней их отыскать и из нее их вывести» [1]). Именно так мы и хотим подойти к нашей задаче.

Разработка теоретических проблем, разработка материалистической диалектики не может обойтись без Гегеля. Но гораздо больше она не может обойтись без Маркса, Энгельса, Плеханова и Ленина, которые извлекли из Гегеля почти все, что можно и нужно было извлечь, и тем освободили рациональное ядро гегелевской философии от всей мистической шелухи, так плотно его облегавшей. Точно так же не может она обойтись и без овладения материалом естествознания, ибо «природа является пробным камнем для диалектики».

А в «Людвиге Фейербахе», имеющем особое значение заключительного труда, подытоживающего «Анти-Дюринга» и «Диалектику Природы»,—Энгельс указывает, как следует отыскивать в природе диалектические законы. «Мы... устремляемся

---

[1]) Изд. 1922 г., стр. XVIII.

в погоню за достижимыми для нас относительными истинами, вооружившись положительными науками и диалектическим методом, объединяющим добытые им результаты» [1]).

На место тех искусственных способов перехода Гегелем от одной закономерности к другой, от одной категории к следующей, на которые указывал уже Энгельс, мы стремимся добраться до реальных, конкретных и характерных по своеобразию материала переходов, которые единственно в состоянии обеспечить, чтобы методологическая работа не превратилась в пустую игру словами, а стала действительным материалистически-диалектическим объяснением сущего.

Изыскать реальную, конкретную диалектику в явлениях природы гораздо труднее, чем играть понятиями качества, количества, узловой линии и т. д., вместо их обнаруживания в самих явлениях, вместо их конкретного изучения и выяснения их внутренней связи. Однако, кто хочет серьезных, полезных для практики, для развития науки результатов, тот не может выбирать иного пути. Мы знаем, что найдутся люди, придерживающиеся иного толкования метода, которые не раз будут нападать на нас под знаменем диалектики и обрушатся громом и молнией против тех, кто не желает подменить марксизм беспочвенной схоластикой, оторванной от всякого конкретного исследования.

Мы исходим из того факта, что нельзя плодотворно применять марксистский метод, этот наиболее конкретный способ анализа и синтеза, к проблемам естествознания без знания естествознания, без основательного усвоения того материала, к которому он применяется. Невнимание к положительным исследованиям, презрение к естествознанию вообще и эксперименту в частности, отвращение от «гнусного эмпиризма» неминуемо ведет к таким следствиям, которые будут способны только компрометировать марксизм. Понятно, что мы не можем и не будем идти по этому пути. Мы решили вести беспощадную борьбу против всех остатков средневековой и мертвой доктрины. Ведь в последнее время мы слышим уже голоса сомнения насчет наиболее важных и ценных результатов

---

[1]) Изд. 1922 г., стр. 29.

естествознания (например, атомной и электронной теорий). Тот, кто идет по пути схоластики и, подвергая сомнению наиболее плодотворные и проверенные результаты естествознания, провозглашает метод Гегеля методом марксизма без всяких оговорок, неминуемо становится на путь идеализма.

Огромная сложность задачи, которая нами поставлена, большие трудности, которые придется здесь преодолевать,— позволяют с уверенностью сказать, что в работе нашей, предполагающей не один год, неизбежно будет много ошибок. Мы, как и все другие, не можем взять патента на непогрешимость. Но абсолютная гарантия против ошибок—только бездействие. Не ошибается только тот, кто ничего не делает. Все мы одушевлены одним желанием—послужить делу диалектического материализма и не сомневаемся, что широкое марксистское общественное мнение придет нам на помощь. Мы обращаемся поэтому ко всем товарищам марксистам, работающим в области теории, с просьбой помочь нам в разрешении той задачи, которую мы поставили. Задача эта—разработка диалектико-материалистической методологии естествознания—есть огромная задача марксистской мысли в целом, и мы хотим внести в нее свою долю труда.

Нашим знаменем является диалектический материализм! И мы призываем всех, кому дорого это знамя, товарищески поддержать нас в нашей работе.

С. Васильев.

К характеристике механического материализма[1]).

1. Механический материализм XVIII-го века.

Для того, чтобы охарактеризовать механический материализм, нам придется обратиться к классической его эпохе, именно к XVIII веку. Это придется сделать по двум соображениям: во-первых, потому, что именно в XVIII веке механическая точка зрения получила наиболее последовательное и универсальное развитие, и, во-вторых, потому, что материализм Маркса и Энгельса развивался в известной мере как антитеза французского материализма и, главным образом, его плоской реставрации в Германии в середине прошлого столетия.

Характеризуя механический материализм, Энгельс всегда ссылался именно на французов XVIII-го века. И, действительно, на некоторых представителях французского материализма, и, в частности, на Гольбахе, можно с необычайной ясностью установить как сильные, так и слабые стороны механической точки зрения. Необычайная смелость и последовательность материалистических философов XVIII века привели к тому, что из механической точки зрения были сделаны все выводы, которые можно было вообще сделать. В результате получилась необычайно яркая картина, которая ясно обнаруживает недостаточность и ограниченность механического мировоззрения. Эта недостаточность в свою очередь дала возможность вскрыть тот общий путь, по которому следует идти, чтобы привести материалистическое мировоззрение к большему соответствию с многообразием действительности.

Восемнадцатый век является веком триумфа механического естествознания. Старая аристотельянски-схоластическая

[1]) Статья представляет собою главу из подготовляемой к печати работы.

точка зрения, рассматривающая мир как комплекс качеств, была преодолена окончательно именно в XVIII веке. Предшествовавшие этой эпохе работы Галилея, Торичелли, Стевина, Декарта, Ньютона, Гюйгенса и др. превратили механику в необычайно стройную, широкую и, как тогда казалось, всеобъемлющую науку, составлявшую разительный контраст с элементарностью и отрывочностью всех остальных отраслей естествознания. Восемнадцатый век, получивший такое научное наследство, естественно обратил свое внимание на механику, надеясь именно от нее получить ответы на все мучившие его вопросы. Увлечение механикой и механическим методом в эту эпоху было поистине необычайным. Математические и механические методы стремились превратиться в универсальные методы науки, и категории механики безо всяких оговорок переносились в совершенно чуждые для них области.

Именно эту сторону прежде всего подчеркивал Энгельс в механическом материализме. «Материализм прошлого (XVIII) века,—говорил он в «Л. Фейербахе»,—был преимущественно механическим, потому что из всех естественных наук к тому времени достигла известной законченности только механика твердых тел (земных и небесных), короче, механика тяжести. Химия была еще в детском состоянии, в ней придерживались еще теории флогистона. Биология была в пеленках; растительный и животный организм был еще мало исследован, его отправления объяснялись чисто механическими причинами. В глазах материалистов XVIII столетия человек был машиной, как животные—в глазах Декарта. Исключительное приложение мерила, заимствованного у механики, к химическим и органическим явлениям,—т.-е. к таким явлениям, в области которых механические законы хотя и продолжают, конечно, действовать, но отступают на задний план перед другими, высшими законами,—составляет первую специфическую, неизбежную тогда черту ограниченности классического французского материализма» [1]).

Эта краткая, но необычайно меткая характеристика французского материализма вводит вас в самую суть дела. Чтобы

[1]) Энгельс. «Л. Фейербах». Перевод Плеханова. Изд. ВЦИК. Москва. 1918 г. Стр. 42—43.

показать, до какой степени сильно было увлечение механикой мы приведем только два примера, поясняющие мысль Энгельса.

Триумф механики вызвал в конце XVII века появление целой естественно-научной школы, так называемых иатромехаников, которая стремилась представить все органические процессы, как процессы чисто механические. Нельзя сказать, чтобы это течение было совершенно научно-бесплодным. Один из первых представителей этой школы и даже, в некотором отношении, один из ее основателей—итальянец Борелли сделал действительно чрезвычайно много для уяснения механических процессов, совершающихся в организме. Например, в своей книге «О движениях животных», вышедшей в 1680 году, он впервые совершенно правильно объяснил различные движения животных, сводя костную и мускульную системы к системе рычагов и применяя для объяснения некоторых движений принципы гидравлики. Но, как и все иатроматематики, Борелли не ограничился этим. Он считал, что в с е процессы внутри организма являются процессами механического и физического порядка, и совершенно отрицал, например, права химии вмешиваться в область физиологии. Процесс пищеварения, например, объяснялся им как простой чисто механический процесс растирания пищи и т. п. Человек превращался у Борелли в машину в самом точном смысле этого слова: в гидравлическую машину и систему рычагов. Таковы же были взгляды и других иатроматематиков.

Конечно, иатроматематикам приходилось вести серьезную борьбу за свои взгляды. Их главными естественно-научными противниками были иатрохимики, утверждавшие, что физиология организма—это, главным образом, химия организма. Но так как, благодаря недостаточности химических знаний, иатрохимики чувствовали себя весьма беспомощными, когда речь заходила об организме, иатромеханики одерживали над ними ряд побед. Эти победы, разумеется, привлекали к механистам множество новых адептов, которые ревностно продолжали работать в духе Борелли.

В тесной связи с развитием иатроматематической школы находится и то увлечение постройкой автоматических кукол, которое имело место в XVIII веке. Наиболее известным изобретателем и конструктором автоматов (о нем упоминают многие

современники) был Вокансон. Весьма характерны те проблемы, которые пытался разрешить Вокансон, строя свои куклы. Так, он построил утку, глотавшую зерна, «переваривающую» их и выбрасывающую навоз. Смерть застигла его, когда он конструировал автомат с механизмом, воспроизводящим обращение крови в человеке. В этих работах Вокансона и в том интересе, который они возбуждали, чувствуется несомненное влияние иатроматематиков. В конце концов можно сказать, что куклы Вокансона играли роль пропагандистов взглядов Борелли.

Иатроматематики, разумеется, представляют собою частный, хотя и чрезвычайно показательный пример механических увлечений XVIII-го века. Решительность и смелость, с которой они выступали, была обусловлена тем, что принципиальный тезис, лежащий в основе их построения, был весьма популярным и распространенным в ту эпоху. Хотя иатроматематики и не стремились развить свои взгляды в целостное универсальное мировоззрение, но принципиальная основа их взглядов выявлялась в их построениях необычайно ярко. Конечно, если бы иатроматематики попытались нарисовать общую картину мира, им пришлось бы смягчать кое-какие острые углы своих взглядов. То обстоятельство, что они не выходили за пределы специальных вопросов естествознания, и обусловило целый ряд курьезов, в которые они попадали. Но, как бы там ни было, основной принципиальный тезис иатроматематики—«все есть механика»—в условиях XVIII века был весьма распространенным. На это с несомненностью указывает Гольбах со своей «Системой природы».

«Систему природы» Гольбаха в известной мере можно назвать универсальной экстраполяцией иатроматематического тезиса: «все есть механика». Хотя сам Гольбах и не принадлежал к иатроматематической школе, хотя он и обладал огромным запасом знаний по всем отраслям тогдашнего естествознания (в частности по химии), все равно механика оставалась для него универсальной наукой, применимой ко всем процессам, совершающимся в природе. Отличие Гольбаха от иатроматематиков заключалось в том, что для него механика была универсальной наукой не столько в своем конкретно-положительном содержании, сколько в своей обще-методологической части.

Механика служила для него идеалом, как совокупность известных методологических приемов, позволяющих наиболее полно познать действительность. Таким образом, поправка, внесенная Гольбахом в иатроматематический тезис, заключалась в том, что им признавался универсальным скорее метод, а не самое содержание механики.

Лучше всего точку зрения Гольбаха можно выяснить, проанализировав те законы, которые он считал универсальными и полностью применимыми ко всем ступеням действительности. Этих законов, поскольку мы ограничиваемся «Системой природы», Гольбах насчитывает три. Именно в этих трех универсальных законах конкретизируется всеобщая закономерность, господствующая в природе и превращающая мир в единую связную систему. Эти три закона применимы ко всем отрезкам действительности, где бы мы их ни брали. И механическое движение, и физический процесс, и органическая жизнь, и, наконец, общественная жизнь человека в одинаковой мере подчиняются этим трем законам. Эти законы не знают исключения. Первый из них Гольбах назвал законом притяжения и отталкивания, второй—законом инерции, а третий—законом универсальной причинности.

Уже самые названия первых двух законов показывают, что они заимствованы из механики. Но Гольбах интерпретирует их более широко, нежели механика. Закон притяжения и отталкивания обнимает у него явления не только механические. В механике он является основой для ньютоновских «Principia mathematica philosophiae naturalis» и объясняет движения как планет, так и молекул. В химии он выражается в явлениях химического сродства. В биологии он приобретает новую форму: притяжение проявляется там как сочетание молекул, приводящее к возникновению организма, а отталкивание—как распад молекул, разрушающий организм. В этике закон этот находит выявление как симпатия и антипатия и т. д. [1]).

[1]) Сам Гольбах так характеризует этот закон: «Среди наблюдаемых нами веществ одни постоянно склонны соединяться, в то время как другие неспособны к соединению; те, которые способны к соединению, образуют более или менее прочные и длительные сочетания, способные более или менее долго сохранять свое состояние и сопротивляться разложению.

Гольбах весьма прозрачно обнаруживает тот практический смысл, который имеет для него этот универсальный закон. Последний нужен ему, главным образом, для того, чтобы раскритиковать дуализм, весьма распространенный в его время, раскритиковать разделение между так называемым «моральным» и «физическим» человеком [1]).

В своей критике дуализма Гольбах хотел совершенно уничтожить разницу между законами живой и неживой природы, т.-е., главным образом, законами механики и законами психики. «Так, чтобы не отделять, —говорит он,—законов физического мира от законов мира духовного, люди, притягиваемые друг к другу в силу потребностей, образуют объединения, которые называются браками, семьями, обществами, дружбами, связями, и которые поддерживаются и укреп-

---

Тела, называемые нами твердыми, состоят из большого числа однородных, подобных, сходных частей, которые склонны к соединению, и силы которых стремятся к одной и той же цели. Первичные существа или элементы тел нуждаются, так сказать, во взаимоподпирании, чтобы сохраниться и стать прочными и крепкими; эта истина одинаково применима к тому, что называют физическим миром, и к тому, что называют духовным миром. На этом взаимоотношении веществ и тел основываются те способы действия, которые физики обозначают словами: притяжения и отталкивания, симпатии и антипатии, сродства или отношения. Моралисты обозначают это взаимодействие и вытекающие из него следствия словами любовь или ненависть, дружба или отвращение. Люди, как и все существа в природе, испытывают движения притяжения и отталкивания; происходящие в них движения отличаются от других лишь тем, что они более скрыты, и что часто мы не знаем ни возбуждающих их причин, ни их способа действий» («Система природы». ГИЗ. Москва. 1924 г. Стр. 41—2. Подчеркнуто Гольбахом).

Цитируя в связи с этим объяснением закона притяжения и отталкивания соответствующие взгляды Эмпедокла и соглашаясь с ними, Гольбах далее добавляет: «Мы видим, что система притяжения очень древнего происхождения, но необходим был Ньютон, чтобы развить ее» (там же, стр. 41).

[1]) Дуалистические представления, главным образом, в той форме, которую придал им Декарт, были весьма распространены в XVIII веке. Наиболее крупным из их адептов в прогрессивном лагере был, как известно, Руссо. Но не в Руссо, конечно, здесь дело. Дуализм был оффициальной доктриной ортодоксального католицизма, против которого боролся Гольбах.

ляются добродетелью и ослабляются и окончательно разлагаются пороком» [1]). Таким образом, законы, управляющие движениями молекул, и законы, управляющие поведением индивидов в обществе,—тождественны по своему содержанию. Поэтому физика может быть как физикой природы, так и социальной физикой. Принципиальной разницы между законами той и другой не существует. Полное познание законов физики тем самым есть и полное познание явлений общественной жизни [2]).

Второй универсальный закон природы, устанавливаемый Гольбахом, заключается, как мы уже сказали, в законе инерции. Закон инерции выражает общее всем телам, независимо от их сущности, свойство сохранять свое настоящее существование и сопротивляться своему уничтожению. Для всей неорганической природы закон этот формулирован Ньютоном в виде первого принципа динамики. Для органического же мира этот закон может быть выражен как закон самосохранения. Наконец, в мире психики, в мире «моральном», как его называет Гольбах, этот закон принимает форму эгоизма. Под влиянием последнего человек стремится сделать все, чтобы создать себе наиболее приятные условия существования и сохранить их. Так в различных внешних формах, но тождественно по своему существу, проявляется этот закон в самых отдаленных друг от друга областях действительности [3]).

[1]) «Система природы», стр. 43. Подчеркнуто Гольбахом.

[2]) Напомним еще раз, что физика XVIII века представляла собою почти исключительно механику. Поэтому, когда у Гольбаха речь идет о физике, то под нею нужно понимать не столько собственно физику, сколько механику.

[3]) Этот второй закон характеризуется Гольбахом так: «Существовать—это значит испытывать движения, свойственные данной определенной сущности. Сохраняться—это значит сообщать и получать движения, из которых вытекает поддержание существования; это значит привлекать вещества, способные укрепить собственное существо, и удалять те, которые могут ослабить его или повредить ему. Поэтому все известные нам существа стремятся сохраниться, каждое на свой лад. Камень, благодаря сильному сцеплению своих частей, оказывает сопротивление разрушающим его силам. Организованные существа сохраняются при помощи более сложных средств, которые способны поддержать их существование про-

Наконец, последний универсальный закон Гольбаха — это закон причинности. Он формулируется в «Системе природы» как закон, согласно которому все движения, совершающиеся в природе, определены своей природой, своей сущностью и, слагаясь, производят необходимым образом все многообразие явлений внешнего мира. «Так как все движения, — говорит Гольбах, — или все способы действия существ зависят от некоторых причин, и так как эти причины могут действовать лишь согласно своему способу бытия или своим существенным свойствам, — отсюда следует заключить, что все явления необходимы, и что всякое существо в природе, при данных обстоятельствах и данных его свойствах, не может действовать иначе, чем оно действует» [1]).

Иными словами, необходимость всего свершающегося есть необходимость определенных видов движения, обусловленных природой того, что движется. Все в мире связано этой необходимостью, и вселенная представляет собою необъятную цепь причин и следствий, непрерывно вытекающих друг из друга. «Все существа... действуют сообразно определенным законам. Согласно этим законам тяжелые тела падают, легкие тела поднимаются, сходные субстанции притягиваются, все существа стремятся к самосохранению; человек любит самого себя и

тив того, что могло бы им повредить. Человек, это живое, чувствующее, мыслящее и действующее существо, стремится в каждый момент доставить себе то, что ему нравится, или то, что сообразно с его существом, и старается устранить все, что может ему повредить. Таким образом, сохранение есть общая цель, к которой, повидимому, непрерывно устремлены все энергии, силы, способности существ. Физики назвали это стремление или направление тяготением к себе; Ньютон называет его силой инерции; моралисты назвали его в человеке любовью к себе... Следовательно, это тяготение к себе является необходимой склонностью в человеке и во всех существах, которые всячески стремятся сохранить полученное ими существование, пока ничто не нарушит порядка или первоначального стремления их машины («Система природы», стр. 43—4).

Мы видим, что здесь закон инерции формулируется в такой общей и неопределенной форме, что вряд ли Ньютон согласился бы признать сходство между Гольбаховским «тяготением к себе» и механическим законом инерции.

[1]) «Система природы», стр. 44.

стремится к тому, что выгодно ему, лишь только он познал это, и питает отвращение к тому, что может быть ему вредным... Не может быть... изолированной причины, оторванного действия в природе, в которой все существа непрерывно действуют друг на друга, и которая сама есть лишь вечный круг движений, сообщаемых и получаемых согласно необходимым законам» [1]).

Таким образом, необходимость, согласно которой все совершается в природе, есть результат взаимодействия, столкновения и переплетения различных видов движения. Движения эти определены в свою очередь природой движущихся тел. Все частные законы, поэтому, представляют собою простую алгебраическую сумму различных видов движения, при чем все виды движения, несмотря на свои кажущиеся различия, подчиняются общим законам притяжения, отталкивания и инерции. А так как в природе все связано, и все, что в ней возникает, есть движение, подчиняющееся некоторым общим принципам, то «нет малой или отдаленной причины, которая не оказывала бы иногда на нас огромнейшего и неожиданнейшего влияния» [2]).

Этот последний пункт гольбаховского понимания причинности чрезвычайно важен. Его нельзя понимать, как диалектический принцип, согласно которому «все влияет на все», который, констатируя общую связь всех процессов, не устраняет все же известной иерархии причин. Наоборот, гольбаховский принцип гласит, что принципиально все причины одинаково важны, и между ними нет никакой иерархии. Плохое настроение полководца, обусловленное известным движением частиц его тела, и плохое состояние войска, обусловленное рядом общественных причин, являются для Гольбаха одинаково важными причинами проигранной войны. Все необходимо, все детерминировано, и случайности не существует. Поэтому плохое настроение полководца так же необходимо и имеет такие же необходимые следствия, как и плохое состояние войска.

Такова, в самых кратких чертах, универсализация механических принципов, которая была проделана Гольбахом. Не-

[1]) Там же, стр. 45.

[2]) Там же, стр. 46. Подчеркнуто нами.

трудно видеть, что ее прямым следствием было превращение действительности в весьма однообразную и монотонно действующую машину. Гете имел все основания охарактеризовать «Систему природы» как мрачную книгу, ибо она действительно окрашивала вселенную весьма серым и однообразным цветом.

Что предполагают универсальные законы Гольбаха? Прежде всего то, что сущность любого явления может быть целиком и полностью объяснена механическими принципами и, следовательно, представляет собою пространственное, механическое движение. Единство природы выражается для автора «Системы природы» исключительно в том, что природа во всех своих частях пространственна и подчиняется универсальным законам движения Ньютона. Хотя во многих местах своих сочинений Гольбах и заявляет категорически о том, что природа не есть безразличное и гомогенное картезианское протяжение, а складывается из различных элементов, подчиняющихся различным законам, но это утверждение практически почти ни в чем не выражается в его построениях. Различия стираются Гольбахом гораздо чаще, чем выделяются. И главную роль в этом стирании различий следует, разумеется, приписать методу Гольбаха, обусловленного бедностью естественно-научных познаний XVIII века и теми специальными общественными задачами, которые преследовал Гольбах (о них мы скажем немного ниже). Законы природы, прокламируемые в «Системе природы» в качестве универсальных принципов, не выходят за пределы весьма частной области, именно—механики. Поэтому и причинность понимается Гольбахом как механическая причинность. Способ движения любого тела обусловлен сущностью последнего; все внешние отношения и взаимодействия, в которые вступает это тело, остаются безразличными для него, так как не касаются его внутренней сущности [1]).

[1]) Наиболее ярко эта мысль выражена Гольбахом в следующих словах: «Какого бы рода ни были движения тел, они являются необходимыми следствиями их сущностей или составляющих их свойств и свойств тех причин, действие которых они испытывают. Всякое существо может действовать и двигаться только определенным образом, т.-е. согласно законам, зависящим от его собственной сущности, его собственного сочетания и собственной природы, одним словом, от его собственной энергии и

Поэтому и законы природы, как это мы уже сказали, являются для Гольбаха простой суммацией, алгебраической совокупностью движений.

Всякое тело возникает и существует как простой аггрегат, простая комбинация более элементарных движущихся тел. Движение этих элементарных тел подчиняется тем же самым законам, как и движение их суммы, их сочетания, образующего сложное тело. Просуществовав определенное время, это сложное тело снова распадается на более элементарные. Но ни возникновение, ни распадение тела не вносит ничего принципиально нового в ранее существовавшую закономерность. Законы остаются тождественными при любых, даже наиболее сложных комбинациях движения элементарных частиц, и целое принципиально подчиняется тем же самым законам, что его части.

Таким образом, единство природы у Гольбаха есть механическое единство. Автор «Системы природы» видит в природе лишь более или менее сложный аггрегат элементарных частей. Все элементы природы противостоят друг другу лишь внешним образом, и все их соотношения могут быть выражены чисто механически. Различные виды тел (напр., неорганическое, органическое и социальное образования) отличаются у Гольбаха лишь большей или меньшей сложностью сочетания своих в общем и целом одинаковых частей. У него нет никакой иерархии законов, нет никакой качественной спецификации закономерности для различных отрезков действительности. Суммирующиеся движения, количественное накопление и соединение этих движений не имеют никаких разрывов закономерности. Законы целого слагаются как простая сумма законов частей. Части и целое однотипны. Между частями и целым нет никаких различий, которые заставляли бы подходить к ним с различными категориями. Все укладывается в категории механики, просто суммирующей движения и находящей их равнодействующую. Научная проблема выяснена, если дана формула количественного сочетания эле-

от энергии тел, воздействующих на него. В этом именно и заключаются неизменные законы движения; я говорю неизменные, ибо они не могут изменяться без радикального переворота в самой сущности тел» («Система природы», стр. 19—20).

ментов, составляющих данное тело, данное образование. Специфические грани между механикой, физикой, химией, биологией и социологией стираются. Химические процессы следует объяснять так же, как и физические, т.-е. механически. Биология в этом отношении не отличается от химии, равно как и социология. Специфические законы, которые мы как-будто бы наблюдаем в каждой из этих областей, являются только нашей иллюзией, обусловленной тем, что мы недостаточно глубоко проникли во внутреннюю природу вещей, не выяснили тех движений, которые лежат в основе внешне разнородных явлений. Но это—только временное ограничение. Принципиально же все явления могут и должны быть сведены к механике. Таким образом, механика является универсальной методологической схемой, в которую должно уложиться все содержание действительности.

Эта механическая точка зрения естественно приводит к тому, что природа у Гольбаха совершенно не знает истории. Всякое тело природы имеет только свою индивидуальную историю. Эта история представляет собою историю возникновения той комбинации движений, которая послужила причиной его образования и причиной его изменений. Тело возникает, существует и распадается, не оставляя по себе никакого реального следа, так как элементарные компоненты этого тела вечны, а все отношения, в которые они вступали, были для них внешними и не затрагивали их существа. Под влиянием известных причин движения сложились таким-то образом, и молекулы соединились; но затем они распались и сложились другим образом, при чем, хотя предшествовавшее их расположение и играло роль в образовании новой комбинации, но никакого специфического исторического следа по себе оно не оставило. Новая комбинация могла возникнуть и из других расположений элементов. Таким образом, природа подвержена лишь круговращению, и сочетания ее элементов не обладают никаким специфическим направлением, в сторону которого они должны развиваться. Изменения, происходящие в природе, многосторонни. Природа не знает истории и представляет собою гигантский механизм, perpetuum mobile, вечно повторяющее и воспроизводящее самого себя. «Таков постоянный ход природы,—говорит Гольбах,—таков вечный круг, который вынуждено описывать

все существующее. Так движение дает начало, сохраняет некоторое время и разрушает последовательно одну с помощью другой части вселенной, между тем как сумма существования остается всегда одной и той же» [1]).

Эта механика переносится и на общество, которое у Гольбаха тоже не знает истории, а переживает лишь изменения. Да это и естественно, так как механическая точка зрения закрывает все пути для развития исторических воззрений. Для механической точки зрения историзм, как методологический принцип, совершенно чужд. Поскольку же механика провозглашается Гольбахом универсальной методологической схемой, история общества должна прекратить свое существование.

Далее, так как основу основ составляет механика, и так как законы природы тождественны, где бы мы их ни брали, то естественно, что в ходе процессов природы нет таких причин, которые имели бы предпочтительное значение перед другими. С этой точки зрения, как мы уже говорили, кажется вполне нормальным объяснять проигрыш войны и болезнью полководца и скверным состоянием войска, или судьбы английской революции ставить в зависимость и от песчинки, попавшей в мочевой пузырь Кромвеля, и от соотношения сил между дворянством и буржуазией. С точки зрения Гольбаха, если хотите, объяснение судеб английской революции песчинкой в мочевом пузыре Кромвеля должно являться даже более научным, ибо здесь анализ доведен до самого последнего конца, до первоосновы всего. Ведь именно механика молекул является тем базисом, который определяет собою ход всех явлений, будь то в области физики, или химии, или биологии, или истории общества. К такому выводу механическая точка зрения должна толкать с неизбежностью. Но этот вывод ясно показывает и всю ошибочность механического мировоззрения.

Все стремления Гольбаха были направлены к тому, чтобы утвердить полный и абсолютный детерминизм, исключающий какую бы то ни было случайность. Между тем, выводы, напрашивающиеся из его положений относительно причинности и законов природы, прямиком ставят нас лицом к лицу со слу-

[1]) «Система природы», стр. 36.

чайностью. Универсальная необходимость «Системы природы» диалектически превращается в не менее универсальную случайность. Практически отрицание специфических законов в качественно-различных областях действительности или признание иллюзорности этих законов означает, что мы совершенно не в состоянии предвидеть что-либо, так как, например, и песчинка и соотношение классов могут оказывать одинаковое воздействие на ход истории. Такая механическая необходимость лишена даже всякого прагматического значения, и вся вселенная в свете ее предстоит перед нами как гигантский клубок, огромное скопление случайностей.

Изложенных нами положений Гольбаха уже достаточно, чтобы сделать кое-какие общие выводы относительно механического материализма и охарактеризовать его главные моменты. Подведем итоги. Их можно резюмировать в следующих пунктах.

Прежде всего, универсальной методологией механического материализма является механика. Ко всему происходящему вокруг него механический материализм подходит с точки зрения механики. Законы механики, т.-е. законы, играющие решающую роль только для ограниченного и сравнительно небольшого круга явлений, разрывают у него свои границы и превращаются в космические, универсальные законы, имеющие одинаковое значение для всего, что происходит во вселенной, начиная с движений мельчайшего атома, кончая ходом общественного развития. Механика становится абсолютной наукой, а весь мир превращается в колоссальный механизм, как в целом, так и своих частях подчиняющийся одним и тем же неизменным механическим законам: — все есть механика.

Из этого методологического тезиса механического материализма непосредственно вытекает стирание всяких качественных различий в последовательных ступенях развития природы. В полной мере и с необычайной решительностью механический материализм осуществляет то, что с едкой иронией Гегель называл однотонной философской живописью. В сложном комплексе различных элементов действительности механист ищет только тождество и игнорирует различия. Универсализировав механику, механизм уничтожает объективную иерархию законов, которая с очевидностью явствует из действительности. Для механиче-

ского материалиста не существует специфических законов, значимых лишь для какой-нибудь частной области. Наоборот, частные законы механики служат для него тем всеобъемлющим средством, с помощью которого вся действительность и качественно и морфологически переплавляется в однотипный комплекс связей. Это второе положение механического материализма, целиком следующее из первого, можно выразить в формуле: «нет специфических законов для отдельных ступеней действительности; существуют только универсальные законы, значимые как для космоса в целом, так и для его частей».

Третье общее положение, которое можно установить на основе «Системы природы», касается проблемы причинности, точнее — проблемы случайности и необходимости. Оно тоже целиком и полностью вытекает из двух предшествующих. Для механического материалиста все причины принципиально одинаковы, какой бы круг явлений он ни объяснял. Необходимые законы, которым подчиняются движения всех существ, — тождественны. Поэтому речь может идти только относительно большего или меньшего значения того или иного комплекса движений для каждого отдельного случая. Это же большее или меньшее значение зависит исключительно от чисто количественного удельного веса того или иного фактора, при данных условиях влияющего на объясняемое явление. Никакой иерархии причин не существует. В соответствии с этим третий тезис механического материализма может быть формулирован так: все причины принципиально одинаковы, какой бы круг явлений мы ни объясняли.

Наконец, четвертая характерная черта механического материализма, вытекающая логически из первых положений, заключается в отсутствии историзма. Механическое понимание мира, отрицание специфических законов, потопление всего в абстрактной необходимости сводит действительность к вечно складывающимся и распадающимся комбинациям молекул. Действительность подобна калейдоскопическим картинам, образующимся из сочетаний разноцветных стеклышек. Хотя трудно ожидать повторения этих картин, но еще труднее говорить об их истории. Никакого специфического закона, органически свя-

зывающего преемственность комбинаций стеклышек, не существует; здесь играют роль только законы механики, как и в комбинациях молекул механического материализма. Мир механического материалиста внеисторичен по своему существу. Хотя каждое последующее расположение молекул и зависит от предшествующего, хотя движение их предполагает время, но ни эта преемственность, ни временный ряд не предполагают за историей никакого методологического значения. Во времени мир существует лишь как последовательность известных комбинаций молекул. Никаких же законов истории, равно как и никакой истории законов не существует. В этой формуле можно выразить последнюю характерную особенность механического материализма.

Эти четыре характеристических момента, как нам кажется, вполне охватывают наиболее существенные принципиальные положения механического миропонимания в его классическом выражении. Для XVIII века такое миропонимание было естественным, так как разорвавшая с религией и борющаяся с церковью буржуазия должна была использовать то естествознание, которое было в ее эпоху, а это и определило общий характер ее мировоззрения. Сам Гольбах достаточно ясно вскрыл те побудительные мотивы, которые привели его к универсализации механики. Как мы уже упоминали, он хотел уничтожить ту пропасть, которая существовала с одной стороны между природой и человеком, а с другой—между физической и духовной природой человека. В погоне за монизмом он пришел к однотонному механизму [1]).

[1]) «Мыслители, — говорит Гольбах, — явно злоупотребляли столь часто повторявшимся различением между физическим человеком и человеком духовным. Человек есть чисто физическое существо; духовный человек—это то же самое физическое существо, рассматриваемое только под известным углом зрения, т.-е. по отношению к некоторым его способам действия, обусловленным особенностями его организации. Но разве эта организация не есть дело рук природы? Разве доступные ей движения или способы действия не являются физическими? Видимые действия человека, равно как и совершающиеся внутри него невидимые движения, порожденные его волей или его мыслью, являются тоже естественными следствиями, неизбежными результатами его собственного механизма и получаемых им от окружающих импульсов» («Система природы», стр. 9—10).

Отождествляя, например, законы физики и законы психики, Гольбах резко противопоставлял свою монистическую точку зрения церковному дуализму. Монизм его неизбежно должен был превратиться в механический монизм, так как и естествознание тогда было весьма ограниченным, и борьба была очень горяча. Только немногие из материалистов того времени избежали механической односторонности, да и то не вполне. Первое место среди последних занимает Дидро. Он сделал меньше всего уступок чисто механической точке зрения. Гольбах же, наоборот, представлял собою одного из наиболее крайних механистов.

Конечно, мы далеко не исчерпали всех сторон учения Гольбаха и в частности не отметили тех элементов его мировоззрения, которые не грешили такой крайней механической односторонностью. Мы подчеркивали именно механический характер его воззрений. Это объясняется той задачей, которую мы преследовали. Нам важно было дать не исторический анализ воззрений Гольбаха, а общую характеристику механического материализма. Для последней же автор «Системы природы» может служить наиболее показательным материалом.

2. Корни механической точки зрения в естествознании.

У многих, весьма возможно, создастся впечатление, что ограниченность механического материализма, в особенности ограниченность такого типа, какую можно увидеть у Гольбаха, уже давно стала достоянием истории. Развитие естествознания сделало взгляды Гольбаха наивными. За почти полтораста лет, которые отделяют появление «Системы природы» от нашей эпохи, очень многое переменилось. Теперь уже никто не рискнет с такой решительностью универсализировать законы механики. Механический материализм как-будто уже давно отжил свой век, и ему уже не воскреснуть.

Однако, это не так. Механический материализм не обязательно связан именно с ньютоновской механикой. Можно критически относиться к ньютоновской механике, можно признать ее весьма ограниченной дисциплиной и все-таки по своей методологии оставаться механическим материалистом. В конце концов, когда речь идет о механическом мате-

риализме, мы имеем дело не столько с тем, что до степени универсальных законов возвышаются категории Ньютоновой механики, а с более общим вопросом, что законы, значимые для известного частного круга явлений, прокламируются как законы не только этого частного круга явлений, а законы всех ступеней действительности. Одним из самых главных и центральных пунктов механической точки зрения является как-раз то ее положение, что частные законы, вообще говоря, должны уступать место универсальной закономерности. Законы одинаковы как для целого, так и для частей. Задача науки с этой точки зрения сводится к тому, чтобы на всех ступенях действительности обнаружить одно и то же универсальное соотношение и тем самым установить их тождественную сущность. Если мы поставим проблему именно так, то сразу же станет ясным, что вопрос о механическом материализме и сейчас является весьма актуальным. Конечно, в этом случае дело будет идти уже не о специфически гольбахианском механическом материализме, а о зачастую значительно отличном от него круге идей.

В этом последнем смысле механическая точка зрения представляет собою часто встречающееся явление в области естествознания. Естествоиспытатели часто механически переносят законы, имеющие значимость для одной области, в другие, где законы эти хотя и имеют силу, но отступают на второе или третье место по сравнению с новыми. Такие ошибки довольно естественны для эмпирика, лишенного того, что немцы называют Wirklichkeitsgefühl, т.-е. своеобразного чувства реальности.

В конце концов проблема механического материализма в своей значительной части упирается в другую, более общую проблему, именно—проблему аналогического мышления. Метод аналогий играет в механическом материализме огромную роль: все явления действительности он пытается аналогизировать с механикой. Отсюда и берет начало ряд всевозможных недоразумений [1]).

[1]) Блестящую критику аналогического мышления, применительно к методу, главным образом, социологии, можно найти в книге Аксельрод-Ортодокс: «Критика основ буржуазного обществоведения и исторический материализм». Изд. «Основа». Иваново-Вознесенск. 1924 г.

Но, конечно, вполне проблема механического материализма этим не исчерпывается, ибо, кроме аналогического мышления, для этой методологической теории характерны и другие моменты.

Всякий ученый, будь он естествоиспытатель или философ, неизбежно должен в своей работе прибегать к анализу и абстракции. Для ученого необычайно важно установить какое-либо явление в чистом виде и изучить его изолированно, в таких условиях, где влияние на него внешних причин сведено к минимуму. Вся экспериментальная лабораторная техника преследует как-раз эту задачу. Социолог и философ принуждены эту экспериментальную технику, недоступную для них по роду тех об'ектов, которые ими изучаются, заменять абстракциями. Уже самое деление знания на различные области является продуктом абстракции. Без абстракции, без анализа не может обойтись ни одна наука. Это обстоятельство играет весьма важную роль, так как именно отсюда берет начало множество всевозможных недоразумений.

Еще Гете, популяризируя мысль Гегеля, указывал на одно из таких наиболее важных недоразумений. Он вложил в уста своего Мефистофеля следующую ироническую «гегельянскую» фразу:

...«Живой предмет желая изучить,
Чтоб ясное о нем понятье получить,—
Ученый прежде душу изгоняет,
Затем предмет на части расчленяет
И видит их,—да жаль: духовная их связь
Тем временем исчезла, унеслась» [1]).

В этих остроумных стихах с необычайной яркостью выражен основной недостаток аналитического метода и критическое отношение к нему Гете. И когда пробегаешь мысленно историю естествознания, то сразу же находишь много примеров, которые могут блестящим образом подтвердить мысль великого поэта.

Современный исследователь вынужден ограничивать свое внимание сравнительно весьма небольшими осколками действительности, вдребезги разбитой анализом. Наука теперь настолько

[1]) «Фауст». Перевод Холодковского, стр. 61.

дифференцирована, что даже поверхностное знакомство со всеми важнейшими ее областями и проблемами и то представляет собою почти безнадежную для одного человека задачу [1]).

Естественно поэтому, что для большинства ученых область, сколько-нибудь удаленная от их научного частокола, является terra incognitissima. Уже это обстоятельство чрезвычайно облегчает возможности для возникновения всеобъемлющих «монистических» теорий, замалевывающих мир одной краской, будь то «механизм», будь то «энергетизм», будь то какой-либо другой «изм».

Слишком часто в сфере науки попытки перенесения пригодных для одной области категорий в другие не встречали вовремя надлежащей критической оценки. Наоборот, часто мнимый «монизм» таких попыток настолько импонировал читающей публике, что они провозглашались истинами в последней инстанции, не подлежащими никакой критике.

Но, разумеется, дифференцированность научных знаний, являясь необходимым, не может все же считаться достаточным условием для возникновения широких «философских» построений, аналогичных механическому материализму. Основная причина, вызывающая на свет такие построения, лежит в сфере социальных отношений. И любопытно, что чаще всего однотонная живопись à la Гольбах встречается теперь именно в области общественных наук, которые более других подпадают под обстрел в перипетиях классовой борьбы. Достаточно напомнить последних могикан «органической школы»—неомальтузианцев и т. п., ничтоже сумняшеся превращающих общество в биологическую категорию и не находящих в сфере социальных отношений ничего нового по сравнению с биологией.

Что было позволительно Гольбаху и в его эпоху, то вряд ли может быть признано позволительным теперь. Своей «Системой природы» Гольбах отразил определенный период развития науки. Его никто не может упрекнуть в том, что он не был во все-

---

[1]) Даже в такой сравнительно узкой области, как математика, и то имеются уже десятки специальностей. За немногими исключениями современные математики знают каждый основательно не более 2—3 отделов своей науки; с остальными же они знакомы только в весьма общих чертах.

оружии современного ему знания. Если он пришел к механическому мировоззрению, то это было естественно, ибо механическое естествознание праздновало в то. время величайшие победы, а все остальные науки находились в зародышевом или, в лучшем случае,—младенческом состоянии. Теперь же мы видим нечто совершенно иное. Поэтому от теперешнего исследователя, занимающегося созданием сколько-нибудь общих методологических построений, мы вправе требовать не однотонного абстрактного изображения действительности, окрашенного цветом либо его специальности, либо какого-нибудь универсального принципа, а действительно многоцветной картины, отражающей подлинный мир в его конкретном многообразии.

Между тем, и сейчас приходится констатировать чрезвычайно много построений, либо делающих ту же самую ошибку, что и Гольбах, либо прямо представляющих плоские вульгаризованные издания «Системы природы», издания, лишенные даже жалкого подобия того значения, которое имела эта книга. Уже Фохт, Молешотт и в значительной мере Бюхнер [1]) были достаточно плоски по сравнению с Гольбахом. Современные же продолжатели этих традиций плоски даже в сравнении с наиболее вульгарными из этих вульгаризаторов.

Очень часто также, например, в борьбе с витализмом, материалисты-биологи перегибают палку в сторону механического материализма. Организм не отличается ничем от процессов, совершающихся в неживой природе,—говорят они и пытаются на этом основании непосредственно строить механические модели органических процессов. Таких неумеренных механистов можно найти чрезвычайно много.

Приведем пример. Как, например, формулируют биологи-механисты свой принципиальный исходный пункт, радикально отделяющий их от виталистов? Мы возьмем ответ на этот вопрос из книги Лазарева: «Ионная теория возбуждения» [2]).

[1]) Мы говорим «в значительной мере», потому что Бюхнер был все же на несколько голов выше своих коллег. В его построениях вульгарные нелепости, характерные для Фохта и Молешотта, встречаются гораздо реже.

[2]) Серия «Современные проблемы естествознания», кн. 7. ГИЗ. 1923 г.

«В мире живых существ,—говорит Лазарев,—не действуют такие силы, которые не могли бы наблюдаться и вне организма» [1]). Эта формула как-будто не содержит в себе ничего такого, с чем нельзя было бы не согласиться любому материалисту. Однако, когда мы посмотрим, как ее интерпретируют, то увидим, что в эту формулу необходимо внести ряд дополнений.

Мы, действительно, можем с достаточной убедительностью констатировать, что компоненты того процесса, который мы называем жизнью, наблюдаются и вне живого организма. Но значит ли это, что все, что мы наблюдаем в организме, мы можем наблюдать и вне организма? Нам кажется, что только очень неосторожный естествоиспытатель рискнет ответить на этот вопрос утвердительно. Между тем, формула Лазарева (и Дюбуа-Реймонда) очень часто толкуется именно так, и принятие ее для многих предполагает утвердительный ответ и на этот вопрос. Такое толкование не допускает того, что единство физико-химических процессов, составляющее жизнь, отличается от простой суммы этих процессов. С точки зрения подобного толкования этой формулы, жизнь есть простое сочетание известных физико-химических процессов, сочетание, не приносящее с собою ничего принципиально нового. Это та же точка зрения, которая характерна для механического материализма. Целое,—утверждает последний,—ничем не отличается от своих частей, и законы целого слагаются, как арифметическая сумма законов частей. Никаким качественным своеобразием явления жизни не отличаются, и, разложив явления жизни на физико-химические компоненты, мы в самом точном смысле слова сведем биологию к физике и химии, т.-е. уничтожим ее как самостоятельную науку, отличную от других. А так как, если продолжить эту точку зрения, химия и физика в свою очередь сводятся к ме-

[1]) Стр. 15. Лазарев называет этот тезис—постулатом Дюбуа-Реймонда. И, действительно, формула Лазарева мало отличается от мысли великого немецкого биолога. «В организме,—говорит последний,—материальные частицы не обладают никакими новыми силами, которые не действовали бы и вне его. Таким образом, нет сил, которые заслуживали бы название жизненных».

ханике, то в итоге мы получаем знакомый уже нам тезис Гольбаха—«все есть механика».

Что дело неизбежно должно обстоять именно так, показывают некоторые тезисы, например, американских психологов, примыкающих к behaviourism'у (т.-е. психологии поведения). Вот что говорит один из них—Вейсс: «Уравнения, построенные в сантиметро-секундных единицах, которыми теперь выражают причинную связь между скоплениями электронов-протонов, должны быть распространены так, чтобы включить такие единицы поведения, как складывание букв, послушание, хождение в церковь, война или обыкновенный разговор, те индивидуально-социальные деятельности, которые устанавливают положение индивида в общественной организации». Эта мысль Вейсса подкрепляется еще тем положением, что «индивидуум есть функция изменений, происходящих во всех других скоплениях электронов-протонов» [1]). Ту же мысль выражает и Лэчли. «Дайте мне,—говорит он,—постулаты физических наук, и я покажу вам, как возникают душевные явления внутри системы, не имеющей других качеств, кроме тех, которые описывает физик, как принадлежащие к миру его явлений» [2]).

В этих утверждениях мы видим полнейшую аналогию тому, что было у Гольбаха, т.-е. радикальное отрицание всяких специфизеских законов. Все есть механика протонов и электронов, и формулы последней должны быть достаточно всеобъемлющими, чтобы объяснять и такие явления, как война, религия и т. п.

Ошибки такого рода весьма распространены. Однако, если мы скажем, что все естествознание целиком состоит из таких ошибок, это будет неверно. Очень часто естествоиспытатели-материалисты стихийно становятся на диалектическую точку зрения. Сама природа учит их диалектике. Примеров этому можно привести много. Мы ограничимся одним.

[1]) Weiss: «Behaviourism and behaviour». «Psych. Rev.» 1924 г., стр. 31. Цит. по сборнику: «Проблемы современной психологии». ГИЗ. Ленинград. 1926 г. Стр. 20.

[2]) Lachley: «The behaviouristic interpretation of consciousness». «Psych. Rev.» 1923 г. Стр. 30. Цит. по тому же сборнику, стр. 20.

Имя Леба теперь часто упоминают, когда говорят о механических односторонностях в современной биологии. Однако, несмотря на некоторые свои ошибки, Леб не является вульгарным материалистом. В целом ряде вопросов он приходит к весьма тонким диалектическим выводам. Как пример, мы можем указать целый ряд в высшей степени интересных егозамечаний по вопросу об анализе поведения животных. «Долгое время физиологи,—говорит он, например,—имели обыкновение изучать реакции не всего организма в целом, а реакции изолированных отрезков (так наз. рефлексы). Хотя построение реакций всего организма, как целого, из отдельных рефлексов и кажется допустимым, на самом деле такая попытка осуждена на неуспех, так как нельзя рассчитывать, что реакции, вызываемые в изолированных элементах, произойдут и тогда, когда тот же элемент будет входить в состав целого, в виду взаимных торможений, которые различные части организма оказывают один на другой, когда находятся в органической связи; а потому и невозможно выразить поведение всего животного в виде алгебраической суммы рефлексов его изолированных отрезков» [1]).

В противовес узко рефлексологическому механическому подходу Леб противопоставляет свою теорию тропизмов. Последние определяются им как «реакции организма как целого, тогда как рефлексы—реакции изолированных отрезков» [2]).

Конечно, положительное построение Леба недостаточно, и его собственная теория тропизмов вряд ли может разрешить все проблемы поведения животных (об этом, впрочем, говорит и сам Леб). Однако, приведенная нами мысль его показывает все же, что для него разложение поведения животного на ряд рефлексов не исчерпывает проблемы, и что изучение организма в целом требует несколько иного подхода, чем изучение отдельных рефлексов. Иными словами, «сведение» поведения животного к цепи и сочетанию рефлексов не исчерпывает целого ряда

---

[1]) «Вынужденные движения, тропизмы и поведение животных». ГИЗ, Москва. Год не указан. Стр. 8. Подчеркнуто нами.

Эти взгляды Леба весьма полезно сопоставить с излагаемыми нами ниже воззрениями Бехтерева.

[2]) Там же, стр. 9.

своеобразных черт, характеризующих поведение животного в целом, и изучение последнего требует качественно иных подходов, отличных от рефлексологического [1]). Здесь мы видим совершенно правильное отступление от одного из основных тезисов механического материализма, что законы целого слагаются, как простая сумма законов частей.

Надо, впрочем, подчеркнуть, что взгляды, подобные приведенным, среди естественников встречаются реже, чем однотонная живопись гольбахианского стиля. Это, как мы уже сказали, в значительной мере обусловлено аналитической методологией естествознания. Еще Гегель, характеризуя эту методологию, говорил: «Эмпиризм пользуется преимущественно анализом. Факты, представляющиеся для наблюдения, разнообразны по своему содержанию, они должны быть разложены на свои части, подобно тому, как снимают слои с луковицы. Разлагая их, хотят только разделить, разобрать слившиеся определения предметов, не прибавляя к ним ничего от себя. Но анализ уже переходит от непосредственного наблюдения к мысли, потому что, разъединяя определения, соединенные в единстве анализируемого предмета, он дает им форму всеобщности. Эмпиризм заблуждается, если думает, что, анализируя предметы, он оставляет их так, как они есть, потому что он изменяет конкретные предметы в отвлеченные. И так как одно конкретное и единое обладает жизнью, то он умерщвляет все живое. Правда, это разъединение законно и вытекает из самой сущности духа. Но одного разъединения недостаточно, чтобы вполне обнять предмет; вслед за тем необходимо воссоединить то, что разобщено. Эмпиризм же останавливается на разъяснении» [2]).

Разложив явление на его элементы, эмпиризм механически переносит законы, действительные для этих элементов, на целое. Он не дает реального синтеза. И на этом пути эмпирик-естествоиспытатель часто скатывается к механическому материализму.

---

[1]) Необходимо, впрочем, отметить, что понятие «рефлекс» у Леба несколько уже, чем оно употребляется теперь у нас.

[2]) «Энциклопедия», ч. I: Логика. Перевод Чижова, стр 71.

Гольбах и... Бехтерев.

Чтобы не ходить далеко за примерами реставраций механического материализма в наше время, мы укажем на одну из поистине замечательных в этом отношении работ, именно—на «Коллективную рефлексологию» Бехтерева [1]). В ней можно найти почти неисчерпаемый кладезь аргументов и построений ортодоксально-механического порядка. Методологические приемы этой работы, в смысле своей механической выдержанности, далеко оставляют за собой даже таких «классиков», как Молешотт. Аналогическое мышление празднует в этой работе свой новый запоздалый триумф.

Мы заранее должны будем извиниться перед читателем за те несколько тяжелые минуты, которые доставит ему следование за мыслями Бехтерева. Но нам все же придется на этих мыслях остановиться, так как лучшего образчика вульгарного механизма наших дней, пожалуй, не найти.

Основной методологический исходный пункт Бехтерева заключается в том, что законы, имеющие значение для механизма поведения отдельной личности целиком и полностью, и притом не менее решающим образом, должны определять и поведение коллектива. Коллектив, какой бы характер он ни носил, состоит из отдельных людей. Поэтому жизнь коллектива слагается как сумма поведений отдельных его элементов—индивидуумов. С каким бы коллективом мы ни имели дело,—с уличной толпой, с организованным заседанием, с классом, с общественным целым,—общие законы его поведения остаются тождественными. Поэтому коллективная рефлексология представляет собою некую универсальную науку, с данными которой должны считаться буквально все без исключения специальные отрасли обществознания.

Конкретизация основного исходного пункта коллективной рефлексологии проводится Бехтеревым на энергетической основе. «Если рефлексология отдельной личности,—говорит Бехтерев во введении ко второй части своей книги,—основывается на энергетическом ученьи, признающем все проявления отдельного

[1]) В. М. Бехтерев. «Коллективная рефлексология». Изд. «Колос». Петроград. 1921 г.

индивида результатом приобретенной им энергии с процессом рождения, питания и воздействия со стороны внешних влияний, то и коллективная рефлексология только тогда может сделаться наукой, способной установить законы общественной жизни, когда встанет на энергетическую точку зрения и будет выяснять жизненные проявления каждого коллектива в связи с условиями и поводами, приведшими его к возникновению, в связи с характером входящих в состав его индивидов, и, наконец, в связи с влияниями, воздействующими на коллектив извне, как в настоящем, так и в прошлом. Это даст возможность учитывать результаты коллективной деятельности в связи со всеми внешними условиями, их определяющими, и выяснить отношения или законы, которым подчиняется деятельность коллективов» [1]).

В этом положении Бехтерева заключена вся философская премудрость рефлексологического подхода к общественным явлениям. Общественная жизнь, жизнь коллектива не обладает никакими специфическими законами, отличными от законов, которым подчиняются изолированные индивиды, составляющие коллектив. Одни и те же принципы управляют и действиями коллективов, и действиями изолированных людей. Энергетические соотношения определяют характер и тех и других. Жизнь коллектива слагается как простая сумма действий отдельных лиц. Коллектив—это механический аггрегат индивидов, поэтому изучать жизнь коллектива можно, только исходя из законов, управляющих действиями индивидов. В конце концов, коллективная рефлексология должна только генерализовать те законы, которые были установлены применительно к отдельной личности.

Уже в такой постановке вопроса мы видим возврат к точке зрения XVIII века, так едко осмеянной Марксом. Общественный атомизм XVIII века заново воскрешается Бехтеревым на новой «рефлексологической» основе. Его взгляды на общество целиком и полностью определены буржуазным индивидуализмом, и идея «примата общества над личностью», предполагающая, что общество подчиняется законам, отличным по своей природе от законов поведения изолированного человека, как биологической особи, осталась ему чужда.

[1]) «Коллективная рефлексология», стр. 224—5. Подчеркнуто нами.

В капиталистическом обществе, —говорит Маркс,—«этом обществе свободной конкуренции, отдельная личность является [1]) освобожденной от естественных связей..., которые в прежние исторические эпохи делали из нее составную часть некоторого ограниченного человеческого конгломерата. Пророкам восемнадцатого столетия... индивид... представляется идеалом, существование которого относится к прошлому,—не результатом истории, а ее исходным пунктом [2]). И «Коллективная рефлексология» не представляет в этом отношении никакого прогресса по сравнению с XVIII веком.

Бехтерев не может понять, что изолированный индивид рефлексологии есть абстракция. Ему совершенно чужда мысль, что «человек есть в буквальном смысле zoon politikon, не только общественное животное, но животное, которое только в обществе и может обособляться» [3]). Попытка Бехтерева от анализа поведения изолированного человека непосредственно перейти к пониманию общества заранее обречена на неудачу, ибо поведение отдельного человека может быть понято только в связи с общественным целым, из которого оно вырастает. Путь «Коллективной рефлексологии», начинающийся с отдельной физиологической особи, превращает общество в простую физиологическую машину и, конечно, не в состоянии установить никаких действительных социальных законов.

Разработка этого индивидуалистического, абстрактного и неверного исходного пункта проведена Бехтеревым с необычайной обстоятельностью. Бехтерев не останавливается на том, что переносит на общество законы поведения отдельной личности. Он генерализирует и применяет к явлениям общественной жизни целый ряд законов механики и физики, так как эти законы, по его мнению, играют большую роль в применении к поведению отдельного человека. Мы не будем останавливаться по-

[1]) Перевод не передает здесь точно оттенка мысли Маркса. Маркс пользуется тут словом «scheint», которое означает не столько «является», сколько «кажется».

[2]) Маркс: «Введение к критике политической экономии». Сборник «Осн. проблемы политической экономии». ГИЗ. 1922 г. Стр. 5—6.

[3]) Там же, стр. 6.

дробно на всех этих законах и разберем только какой-нибудь один из них. Для нас этого будет достаточно, так как все они построены по одному принципу.

Прежде всего Бехтерев стремится доказать, что общественная жизнь подчиняется закону сохранения энергии, и что этот закон играет для коллектива такую же роль, как и для отдельного человека [1]).

Затем, если принцип сохранения энергии в применении к обществу имеет силу, то должен иметь силу и принцип энтропии. На этом принципе энтропии мы и остановимся несколько подробнее.

Надо сразу сказать, что рефлексологический принцип энтропии ничем не отличается от других принципов Бехтерева. Если мы останавливаемся подробно именно на нем, то только потому, что здесь можно с наибольшей краткостью и ясностью вскрыть основную ошибку Бехтерева.

Как известно, закон возрастания энтропии (или так называемое второе начало термодинамики) был установлен еще Карно, а затем разработан Клаузиусом и В. Томсоном. Содержание его сводится к тому, что всякая форма энергии при преобразованиях рано или поздно превращается в тепловую, а эта последняя стремится к равномерному распределению, т.-е. рассеянию по всему миру. Следствием этого закона является то, что так называемое perpetuum mobile 2-го рода, т.-е. тепловой двигатель, работающий без притока энергии извне, невозможен.

---

[1]) «Ясно,—говорит Бехтерев,—что и по отношению к собирательной личности или коллективу необходимо иметь в виду... закон сохранения энергии. Очевидно, что и здесь он должен иметь одинаковое значение, ибо, если он приложим к отдельной личности, то он одинаково приложим и для целого ряда личностей, входящих в коллектив и объединенных между собою теми или иными условиями, чем бы ни обусловливалось это соединение. Толпа сама по себе так же, как и отдельная личность, получает извне раздражение при посредстве воспринимающих приборов—слуха и зрения; она так же, как и отдельная личность, является аккумулятором запасной энергии и приводит при известных условиях в кинетическую энергию и работу, производя эти разряды энергии в зависимости от тех или других внешних раздражений» (там же, стр. 228. Подчеркнуто нами).

Этот закон играет огромную роль в физике и химии. Разумеется, ему подчиняются и организмы, хотя вопрос о точном практическом доказательстве этого закона по отношению к последним натыкается на ряд препятствий [1]).

Как толкует этот закон Бехтерев, перенося его в область общественных явлений? Прежде всего Бехтерев подчеркивает, что каждый индивид, входящий в общество, является некоторой энергетической машиной, подчиняющейся принципам термодинамики. Из этого он делает вывод, что если мы перейдем к совокупности таких машин, т.-е. к коллективу, и станем рассматривать этот коллектив с энергетической точки зрения, то факт существования такого коллектива, т.-е. человеческого общества, не нарушит принципа возрастания энтропии.

С этим выводом, разумеется, нельзя не согласиться. Однако, касается ли он общественных процессов как таковых? Разве не почувствует всякий общественник фальшь, если мы скажем, что эволюция форм государства подчиняется принципу энтропии? И разве он не будет прав, назвав это ерундой?

Подходя к обществу с энергетическими мерилами рефлексологии, мы, собственно говоря, имеем дело уже не с обществом, а с некоторым аггрегатом, арифметической суммой энергетических установок, которые называются индивидами. Общество как таковое, т.-е. совокупность общественных отношений с их специальными историческими законами, остается при таком подходе совершенно вне поля зрения. Принцип возрастания энтропии ничего специфически общественного не объясняет, да и не может объяснить.

Но не такой точки зрения держится Бехтерев. Для него второй принцип термодинамики должен объяснять и специфически общественные явления. Он переносит его и на общественные отношения. Вот, например, какое доказательство значимости этого принципа он приводит в своей книге. «На произ-

[1]) См. об этом заметку Лазарева «О приложении второго принципа термодинамики к живому организму» («Успехи физических наук», т. 2, вып. 2. ГИЗ. М. 1921 г., стр. 231—2) «Количественного подтверждения приложимости 2-го принципа термодинамики к жизненным явлениям не существует, хотя все качественные явления говорят в пользу приложимости» (стр. 292).

водство того или другого продукта затрачивается определенная часть энергии; полностью полученные продукты, однако, не дают возможности полностью восстановить затраченную энергию человеческих рук. Для этой цели продукты должны быть обращены в товар и проданы, иначе говоря, на них должна быть произведена новая затрата труда, чтобы их затем обменять на полученные путем продажи деньги. Ясно, таким образом, что коллективная человеческая энергия переходит в работу, которая не может быть обращена сама по себе вновь в человеческую энергию в количестве, равном исполненной работе, а это и служит выражением закона рассеяния энергии или энтропии в надорганическом мире»[1]).

Что мы имеем в этом поистине поразительном утверждении Бехтерева? Во-первых, что система обмена, т.-е. существование менового хозяйства с точки зрения рефлексологии объясняется принципом возрастания энтропии. Во-вторых, что в процессе своего труда общество не в состоянии компенсировать полностью энергию, затрачиваемую им на выработку необходимых ему продуктов; оно всегда тратит энергию так, что последняя не возвращается обратно к человеку при потреблении им продукта [1]).

Разберем вначале первое положение. Для всякого сколько-нибудь знакомого с историей человека, первая мысль Бехтерева представляется явным абсурдом. Выведение менового хозяйства из второго принципа термодинамики может служить примером поистине поразительного непонимания автором «Коллективной

[1]) «Коллективная рефлексология», стр. 313—4.

[1]) Цитированным выше утверждением Бехтерев хочет пояснить свою следующую общую мысль: «Если человеческий организм, выполняя физическую работу, может дать до 33% полезной работы из того запаса энергии, которую он приобретает, главным образом, вместе с пищей, то и при выполнении коллективной работы, выполняемой сообща, мы имеем также известный % полезной работы, которая сама по себе не в состоянии быть обращена на восстановление затраченной энергии в количестве, равном ее израсходованию» («Колл. рефлекс.», стр. 313). Мысль выражена здесь ясно: энергетический баланс общества таков, что оно вынуждено потреблять больше энергетических единиц, чем в состоянии перевести их в полезную работу. Из этого же положения Бехтерев выводит то, что цитировано нами в тексте.

рефлексологии» природы общественных отношений. В самом деле, второй принцип термодинамики должен был играть роль в явлениях общественной жизни всегда. «Коллективная рефлексология» (впрочем не только «Коллективная рефлексология», а в значительной мере и «Общие основы рефлексологии») вообще имеет дело только с вечными универсальными законами. Из этого же следует, что меновые отношения в обществе должны были и должны будут существовать всегда. Между тем, если даже не говорить о будущем, то, по крайней мере, в прошлом можно указать целый ряд общественных формаций, которые совершенно не знали никакого обмена. В своем примере Бехтерев идет дальше: он «выводит» из второго принципа термодинамики именно капиталистический, денежный обмен. Обмен, как известно, предполагает собственность. Таким образом, по прямому смыслу бехтеревского рассуждения, собственность обязана своим существованием именно второму принципу термодинамики. Как видите, из второго принципа термодинамики при желании можно получить весьма неожиданные следствия!

Может быть, мы неправильно поняли Бехтерева; может быть, под обменом он предполагает простое перемещение общественной продукции в пространстве. Допустим, что это так (хотя против этого допущения говорит тот факт, что в бехтеревском коллективно-рефлексологическом обмене фигурируют капиталистические деньги). В этом случае бехтеревский социально-энергетический закон должен объяснять то обстоятельство, что общество, помимо непосредственного производства, занимается также транспортированием своей продукции, ее пространственным перераспределением. Но и в этом случае с коллективно-рефлексологической конструкцией дело обстоит весьма неважно. Необходимость транспортирования, необходимость обмена в таком чисто техническом, а не экономическом смысле, обусловливается ближайшим образом опять-таки не какими-нибудь энергетическими, а чисто общественными причинами. Необходимость обмена обусловливается общественным разделением труда, и термодинамика тут не при чем.

Может быть, еще имело бы некоторый смысл подходить с энергетическими категориями к проблеме разделения труда.

В самом деле, разделение труда своими корнями уходит в то обстоятельство, что разделенный, специализированный труд производительнее неразделенного; к понятию же производительности труда можно применять такие категории, как коэффициент полезного действия, энергетическая затрата и т. п. Но ведь этого далеко не достаточно. Правда, принципиально мы можем выразить физиологическую работу человека в термодинамических единицах. Но принесет ли эта формула много пользы для объяснения общественных явлений? Разве мы можем вывести из второго принципа термодинамики формы разделения труда в древнем Риме? Разве коэффициент полезного действия общественного труда в XVIII веке поможет нам хоть чем-нибудь в объяснении различных фактов истории этого века? Кроме того, мы знаем, что производительность общественного труда на протяжении человеческой истории меняется в сторону своего возрастания. И социолог или «коллективный рефлексолог» обязан поставить перед собою вопрос, чем обусловливается это изменение, какими причинами? Ясно, что здесь дело далеко не сводится ко второму принципу термодинамики. Второй принцип мы должны привлекать только тогда, когда мы рассматриваем общество в цельной системе природы. Но ведь задача социологии заключается не в этом. Перед ней стоит проблема вскрытия причинного механизма перипетий человеческой истории, т.-е. проблема установления закономерности имманентной именно обществу, как таковому. Здесь же второе начало термодинамики ничем помочь не может.

Перейдем теперь ко второму пункту бехтеревской энергетической конструкции. Как мы уже сказали, она заключается в утверждении, что общество не в состоянии компенсировать затрачиваемой им на производство энергии, продуктами производства. Смысл этой формулы не совсем ясен. В том, что говорит по этому вопросу Бехтерев, может скрываться утверждение, что результатами процесса производства человеческое общество не обеспечивает себе притока энергии извне и, следовательно, нуждается в каких-то других энергетических источниках. Это явно нелепо. Тогда остается второй смысл,—что общество не представляет собою perpetuum mobile и нуждается во внешнем источнике энергии; что общество не может за-

мкнуться внутри себя и «работать», не получая ничего от природы. Это же явный трюизм. Общественный человек должен потреблять, и источником, откуда он черпает все необходимое для потребления, является природа, которую он соответствующим образом изменяет. Социология и коллективная рефлексология, пытающаяся ее заменить, не могут останавливаться на этом трюизме. Дело социологии—объяснить, почему меняются формы общественного производства и потребления, а не самый факт существования последних. Для этой же задачи законы термодинамики опять-таки не могут дать ничего.

Так обстоит дело с принципом возрастания энтропии коллективной рефлексологии. Как мы видим, содержание его сводится либо к нелепостям, либо, в лучшем случае, к трюизму. С другими законами дело обстоит точно таким же образом.

А законов таких много, даже слишком много. Бехтеревым применяется для явлений общественной жизни, например, второй принцип Ньютона. Оказывается, что и патриотическое, и религиозное, и моральное, и научное и т. п. движения подчиняются тому соотношению, что скорость движения пропорциональна движущей силе [1]). Закон тяготения, по Бехтереву, тоже является значимым для общественных явлений. «Индивиды, сходные друг с другом по внутренним и внешним качествам, притягиваются друг к другу» [2]). Бехтерев пытается несколько обобщить этот закон, ибо ортодоксально ньютоновская формула неудобна, если речь идет об обществе. Поэтому тяготение принимает в рефлексологии или форму тропизма и симбиоза, поскольку мы имеем дело с биологией, или форму симпатии, «географического тяготения», «экономического тяготения» и т. п., поскольку мы имеем дело с обществом. Одним словом, вместо реального содержания закона тяготения подсовывается, — точь-в-точь, как

[1]) В длинном рассуждении Бехтерев стремится показать, что, например, вступление Америки в империалистическую войну подчинялось этому закону (см. стр. 230—240). Комментарии, поясняющие этот закон, показывают впрочем, что с принципом механики он имеет мало общего, и что его содержание сводится к трюизму: чем больше благоприятных причин действует на какое-нибудь общественное движение, тем шире и скорее оно совершается.

[2]) Там же, стр. 242.

у Гольбаха, формальное сходство... Тяготеют друг к другу — и баста! Бехтерев пытается даже доказать, что формула: «обратно пропорционально квадратам расстояния и прямо пропорционально массам», в применении к обществу известным образом сохраняет свой смысл, и это служит у него в качестве лишнего теоретического оправдания перенесения термина «закон тяготения» на общество [1]). Далее следует применение к обществу закона отталкивания, построенного совершенно аналогично закону тяготения; закона равенства действия и противодействия, представляющего собою своеобразную интерпретацию соответствующего ньютоновского принципа; закона подобия, универсализирующего теорему механики, что «две геометрически подобные, но различные по своим размерам системы будут иметь подобные движения»; закона периодичности или ритма, аналогизирующего некоторые общественные явления с механическим колебательным движением; закона инерции, отличающегося от гольбаховского тем, что проявления его суть традиция и косность, а не самосохранение и эгоизм; закона энтропии и даже принципа относительности Эйнштейна. Останавливаться на этих законах сколько-нибудь подробно совершенно невозможно. Все они сводятся к трюизмам, построенным формально по аналогии с теоремами механики и физики, и, конечно, не дают возможности объяснить даже самого элементарного общественного явления.

В «Коллективной рефлексологии» Бехтерева нельзя найти ни одного указания на законы, действительно управляющие

[1]) «Приложение закона тяготения, — говорит он, — к собирательной личности характеризуется тем, что в социальной жизни мы встречаемся с особыми центрами тяготения, то более значительными, то менее значительными. Последние, в свою очередь, находятся в условиях взаимного тяготения друг к другу, и притом сила тяготения стоит в определенных соотношениях с размерами этих центров, подобно тяготеющим друг к другу небесным телам. Но здесь эти размеры должны определяться не столько пространственными размерами самих центров, сколько социальной значимостью этих центров. Ясно также, что явления тяготения между этими центрами стоят в зависимости от расстояния между ними и удобств сообщения, как бы сокращающих эти расстояния, и притом здесь приложима как-раз та же формула тяготения, обратно пропорционально квадратам расстояний, которую мы имеем по отношению к небесным телам» (там же, стр. 243).

историческим процессом. Она просто констатирует, что все происходит так-то и так, что все эволюционирует, а ответа на вопрос «почему» не дает. Общественные явления в ней просто описываются, и параллельно с этими описаниями проводятся иногда удачные, а чаще неудачные аналогии с явлениями физического и органического мира. Если бы сам Бехтерев стоял на точке зрения «чистого описания», то его книга была бы простым курьезом, который можно было бы оставить без ответа. Но Бехтерев претендует на нечто иное. Во введении ко второй части своей книги он прямо говорит: «Нам необходимо выяснить те законы, которые открываются в отношении деятельности коллектива, ибо всякая наука не должна довольствоваться одним описанием подлежащих ее рассмотрению явлений, но и обязана выяснить зависимость этих явлений от тех или других условий. Эта часть научной дисциплины представляется особенно важной, ибо с тем вместе, как выясняется известное постоянство в сочетаниях двух явлений и законосообразная зависимость одних явлений от других, мы получаем возможность предсказывать ход явлений или предвидеть будущее, в чем собственно и заключается ценность научного знания» [1]. Таковы благие намерения автора. После формулировки этой программы он начинает на 200 страницах низать свои законы тяготения, инерции и т. п., с совершенной очевидностью предполагая, что они суть объясняющие законы, позволяющие предвидеть будущее.

Сладкий самообман! Реально эти законы ничего не объясняют и никакого общественного будущего предвидеть не позволяют. Да это и естественно, так как рефлексологические принципы суть абстрактные принципы физики и физиологии, а общество—это не только физика и не только физиология. Здесь действуют другие специфические законы, а принципы физики и органики играют третьестепенное, подчиненное значение.

Поясним эту мысль тем же примером второго принципа термодинамики. В приложении к физическим процессам этот принцип играет огромную роль. Его совершенно правильно можно назвать основным законом всей неорганической эволюции. Исто-

[1] «Коллективная рефлексология», стр. 223.

рия, скажем, нашей планетной системы или, еще шире, история всего звездного скопления, образующего систему млечного пути, целиком и полностью определяется вторым принципом термодинамики. Он, действительно, объясняет эту историю, и, исходя из него, можно предвидеть будущее. Но вот мы переходим к органическому миру. Подчиняются ли органические процессы второму принципу термодинамики? Конечно, подчиняются. Но можно ли объяснить, исходя из него, историю органической эволюции? Разумеется, нет. В ходе органической эволюции второй принцип термодинамики играет второстепенное значение. Здесь господствуют уже иные законы, именно — законы, открытые Дарвином. Эти законы принципиально отличаются от законов термодинамики, хотя и не нарушают их. Переходим теперь к тем явлениям, которые Бехтерев называет надорганическими, т.-е. к человеческой истории. Играет ли в ней роль второй принцип термодинамики? Ответ на этот вопрос можно дать такой: все физические процессы, связанные с этой историей, подчиняются закону возрастания энтропии. Но история самих общественных отношений не объясняется этим законом ни на одну йоту. Не объясняется она и принципами органической эволюции. Здесь господствуют уже иные, специфические законы. Термодинамика играет тут третьестепенную, а эволюционная теория — второстепенную роль. Ни та, ни другая не дают возможности предвидеть что-либо в области человеческой истории. Предвидение будущего в области социальных явлений должно базироваться на других законах, именно—законах Маркса.

Бехтерев стирает грани между этими специфическими областями и специфическими законами, в них господствующими. Для него, как и для Гольбаха, принципиально все причины и все законы одинаковы. Никакой иерархии законов, никаких ступеней объективного мира для него не существует. Термодинамика и механика играют у него одинаковую роль и в неорганической и в надорганической эволюции. В этом отношении он—прямой эпигон Гольбаха.

Любопытно, что и в аргументации, которую развивает Бехтерев, можно найти много мотивов, которые, как - будто, целиком взяты у Гольбаха. В начале главы мы приводили сообра-

жения Гольбаха относительно различения между физическим и духовным человеком. Гольбах считает, что это различение неправомерно, и что им сильно злоупотребляют. Человек—существо физическое и только. Поэтому, если мы хотим действительно построить науку о человеке, мы должны применить к нему все законы физики. Приведем теперь для сопоставления соображения Бехтерева. «Закон сохранения энергии,—говорит автор «Коллективной рефлексологии»,—являясь общим мировым законом, имеет непосредственное приложение к деятельности коллектива, как и к отдельной человеческой личности. Однако, до сих пор понятие об энергии и принцип ее сохранения встречали препятствие в субъективистических воззрениях на человеческую личность. вследствие чего это понятие не могло даже установиться. Строго объективная точка зрения, принятая рефлексологией, устраняя вопрос о субъективных явлениях, признает, что каждая личность является в сущности аккумулятором энергии» [1]). Мы видим тут почти ту же самую аргументацию, что и у Гольбаха. Разница только в том, что в XVIII веке не существовало энергетики, и Гольбах вынужден был пользоваться одной механикой, а Бехтерев может привлечь и энергетику. Для Гольбаха весь мир был механикой, и его «Система природы» есть не более, не менее, как система универсальной механики. Для Бехтерева же «мировой процесс есть проявление единой мировой энергии, и где бы и в каких формах последняя ни обнаруживалась, она проявляется везде и всюду одними и теми же соотношениями и подлежит одним и тем же зависимостям и законам» [2]). В этом универсальном энергетическом потоке Бехтерев топит все специфическое и индивидуальное. В нем все кошки серы. И отсюда уже берет начало его стремление дать анализ общества в энергетических категориях.

Уже в применении к отдельной личности рефлексологический подход есть абстракция, так как он не принимает во внимание всех сторон поведения человека. Рефлексология представляет человека, как простую физиологическую машину. Когда же этот абстрактный подход переносится на общество, мы полу-

---

[1]) «Колл. рефлекс.», стр. 226—7.

[2]) Там же, стр. 420.

чаем только курьезы. Рассматривать общество, как совокупность физиологических энергетических машин,—на это способен лишь узкий специалист, не могущий подняться выше своей физиологической колокольни. «Можно ли себе представить,—говорил Ленин,—что-нибудь более бесплодное, мертвое, схоластичное, чем... нанизывание биологических и энергетических словечек, ровно ничего не дающих и не могущих дать в области общественных наук?... Никакого исследования общественных явлений, никакого уяснения метода общественных наук нельзя дать при помощи этих понятий. Нет ничего легче, как наклеить «энергетический» или «биолого-социологический» ярлык на явления в роде кризисов, революций, борьбы классов и т. п., но нет ничего бесплоднее, схоластичнее, мертвее, чем это занятие» [1]).

В методе «Коллективной рефлексологии» мы можем видеть классический пример механического материализма, уничтожающего все краски действительности, все ее качественное многообразие и превращающего мировой процесс в однотонный поток, во всех своих частях подчиняющийся одним и тем же законам [2]).

[1]) Ленин. «Материализм и эмпириокритицизм» (Соч. т. X), стр. 276—7. Подчеркнуто Лениным.

[2]) Что здесь мы имеем дело с вполне законченным мировоззрением, имеющим своих адептов, покажет еще следующий пример. Один из учеников Бехтерева, о котором несколько раз упоминается в «Коллективной рефлексологии», доктор Ю. Васильев пишет: «В политике... партию составляют люди, испытывающие одинаковую тормазную минус-гормоническую (от слова—гормон. С. В.) реакцию, т.-е. те, у которых одни и те же факты, раздражители, вызывают задержку выделения положительных гормонов. Ведь и законы... созданы для устранения этих задержек, и поэтому каждая партия стремится прежде всего разрушить существующий порядок, захватить власть и создать новые законы. Вся история человечества представляет из себя смену или последовательное развитие и специализацию этих задержек, этих условных тормазов. Это хорошо видно, например, на институте рабства, особенно в Америке, где оно сначала ни у кого не вызывало торможения, минус-гормонии, затем стало вызывать у не пользующихся неграми жителей Северных Штатов, при чем эта минус-гормония стала так велика, что можно было начать кровопролитную войну и, наконец, теперь она вызывает торможение у жителей Южных Штатов»—(«Очерки по физиологии духа». Изд. «Сеятель». ПГ. 1923 г. Стр. 122—3).

То, что в построениях Бехтерева фигурирует на ряду с механикой и энергетика, не меняет дела, ибо и энергетическое мировоззрение может быть механическим по своей методологии [1]).

Мы назвали воззрения Бехтерева механическим материализмом и сравнили его с Гольбахом. Как относительно материализма Бехтерева, так и относительно сравнения его с Гольбахом нужно сказать несколько пояснительных слов.

Воззрения Бехтерева, несомненно, в общем и целом материалистичны. Если он иногда и запутывается в «энергетических» соснах, то скоро снова выбивается на настоящую до-

Не правда ли, все ясно? Гражданская война в Америке возникла потому, что у жителей Северных Штатов возникло торможение на рабстве. В этом заторможенном состоянии они принялись бить не заторможенных жителей Южных Штатов. Большое побоище вызвало, наконец, торможение и у тех. Когда и те и другие достаточно затормазились, рабство исчезло; вместе с тем исчез и недостаток положительных гормонов, и далее дело пошло более спокойно.

Принципиальный тезис этих рассуждений очевиден: общество не имеет никаких специфических законов, и все сводится к физиологии или рефлексологии. В результате гормоны в построении Ю. Васильева играют точь-в-точь ту же роль, что и песчинка, попавшая в мочевой пузырь Кромвеля и определившая судьбы английской революции.

Защите и развитию этого положения посвящена вся книга.

[1]) В связи с этим мы скажем несколько слов о так называемом механистическом мировоззрении естествознания. Механистическое мировоззрение противопоставляется сейчас механическому, как подлинно научное. Т. Степанов определяет механистическое мировоззрение, как «понимание мира, исходящее из строго последовательного применения закона сохранения энергии..., понимание, которое видит задачу науки в сведении сложных явлений и их комплексов к относительно простым физическим и химическим процессам» (сборник «Механистическое естествознание и диалектический материализм», стр. 15).

Естествознание, отвечающее этому определению, т. Степанов называет далее диалектическим материализмом в естествознании (там же, стр. 17).

Нам кажется, что пример бехтеревской «Коллективной рефлексологии» ясно показывает недостаточность определения т. Степанова. В самом деле, Бехтерев исходит и из принципа сохранения энергии и стремится свести сложные общественные явления к простым рефлексам, которые в свою очередь должны объясняться физико-химически. Однако, т. Степанов вряд ли рискнет утверждать, что в воззрениях Бехтерева есть хоть гран диалектики.

рогу [1]). Что же касается «Коллективной рефлексологии», то она представляет попытку перевода на язык рефлексов психологистического, т.-е. идеалистического направления в социологии и в этом отношении не материалистична. Надо впрочем сказать, что механический материализм никогда не мог подняться до материалистических взглядов на общество. Гольбах, Гельвеций и другие материалисты XVIII века, как это показал Плеханов, в своей общественной философии в значительной мере стояли на позициях идеализма. Даже Фейербах, представлявший своим гуманизмом оппозицию механическому материализму, в своих общественных воззрениях недалеко ушел от материалистов XVIII века. Исторический идеализм является, таким образом, органическим и постоянным пороком механического материализма, и Бехтерев не представляет собою исключения в этом отношении.

Что же касается нашего сравнения Бехтерева и Гольбаха, то мы отнюдь не хотим сказать им, что мы придаем бехтеревским построениям такое же значение, как гольбахианским. Мы хотим только показать, что, живя в XX веке, Бехтерев не поднялся ни на пядь выше Гольбаха, жившего в XVIII веке. Иными словами, по уровню своего теоретического мышления Бехтерев отстал по крайней мере на 150 лет [2]).

Между тем за это время человеческое мышление сделало огромный шаг вперед. Таким образом, на примере Бехтерева мы только лишний раз можем убедиться, как глубоко прав был Энгельс, упрекая естествоиспытателей в пренебрежительном отношении к философии, т.-е. к теоретическому мышлению.

Для диалектического естествознания, тех двух признаков, которые дает т. Степанов, совершенно недостаточно. Термин «механистический» т. Степанов заимствовал из биологии, стоящей в оппозиции к витализму. Хотя эта биология и материалистична, но в ней существует несколько направлений. Некоторые из этих направлений весьма далеки от диалектики. Поэтому так решительно заявлять, что механистическое естествознание диалектично, по меньшей мере рискованно. Механистическая биология может быть и весьма часто бывает механической.

[1]) Относительно общего мировоззрения Бехтерева см. брошюру Франкфурта: «Рефлексология и марксизм». ГИЗ.

[2]) «Система природы» вышла в 1770 году.

Построения Гольбаха были научно прогрессивными для своего времени, так как с одной стороны они стояли на высоте тогдашнего положительного знания, а с другой—увязывали это знание в систему, преследующую определенную общественно-прогрессивную цель. Относительно же «Коллективной рефлексологии» нельзя сказать ни того, ни другого. С одной стороны— она несомненно не стоит на уровне современных знаний, так как Бехтерев очень мало знаком с теоретическим богатством общественных наук [1]). С другой стороны—вряд ли «монизм» бехтеревского толка может быть признан сейчас общественно-прогрессивным явлением. Повторяем: Бехтерев отстал от умственного движения по крайней мере на 150 лет. Поэтому видеть в коллективно-рефлексологических исканиях бехтеревского стиля что-то прогрессивное может только человек, пораженный научным дальтонизмом. Мы не говорим уже о социальной подоплеке некоторых экскурсов Бехтерева в область общественных наук.

Нельзя, конечно, отрицать, что объективный рефлексологический метод изучения поведения человека принесет много полезного и будет служить весьма важным орудием научного прогресса. Но считать этот метод универсальной панацеей от всех научных зол, универсальной отмычкой, позволяющей открыть все тайники человеческого поведения,—это слишком рискованная вещь. В области общественных наук рефлексологический метод может дать чрезвычайно мало, так как он является методом физиологии. Объяснить же ход исторического процесса и законы последнего одними физиологическими категориями—безнадежное дело.

---

[1]) Знание Тарда, Дюркгейма, Ле-Бона и других не может быть квалифицировано как знание социологии. Единственная социалистическая теория, оправдавшая себя и научно и практически,—теория Маркса,—остается для Бехтерева книгой за семью замками.

А. Варьяш.

Некоторые проблемы современной физики и диалектический материализм.

За последние двадцать лет в области физики совершился такой переворот, какого не наблюдалось чуть ли не со времени Галилея. Естественно возникает вопрос, каков смысл протекающей на наших глазах революции физики? Предлагаемая работа ставит себе целью рассмотреть некоторые черты этой революции и обсудить некоторые вопросы новой физики под углом зрения материалистической диалектики.

Каковы наиболее характерные моменты новой физики? По мнению самих физиков, они заключаются в следующем:

1. Выдвинутый Больцманом статистический подход к молекулярным процессам получил огромное развитие.

2. Понятие относительности основных физических категорий (пространства, времени, движения, фигуры тел, массы и т. д.) стремится преобразовать старые представления о механике.

3. Физика начинает отказываться от идеи непрерывности и признала прерывность излучения телом энергии.

Основные принципы классической теории содержали в себе следы антропоморфизма. «Движение» и «сила» суть понятия близкие нам из быта повседневной жизни. Мы сами движемся, у нас самих есть сила... Слова «движение» и «сила» понятны ребенку; куда мы ни посмотрим, мы наблюдаем движение тел и замечаем действие на них «силы», т.-е. того самого, что нам так хорошо знакомо хотя бы из мышечных ощущений. Ясно, впрочем, что... можно старую физику упрекнуть в антропоморфизме....

Но электрические и магнитные силы (или напряжения), возникающие, колеблющиеся и распространяющиеся в простран-

стве, такие силы, вдобавок лишенные всякого объекта действия, нам непонятны... В основе теории Максвелла и развившегося из нее электромагнитного миропонимания лежит непонятная гипотеза, первый пример того духа, который характерен для новой физики, и которого не было в физике старой» [1]).

В этих словах вкратце формулировано основное возражение Хвольсона и его единомышленников, касающееся «непонятности» новых физических гипотез.

В ходе нашего изложения мы попытаемся выяснить, насколько состоятельны возражения Хвольсона.

Легко видеть, в чем для Хвольсона заключается трудность понимания электромагнитного мировоззрения. Пока теория электричества и магнетизма оперировала с силами, действующими на токи и магниты, т.-е. постоянными силами, находящимися в полной аналогии с силой тяготения (закон Кулона), привыкшему к старым, «более наглядным» понятиям механики все было «понятно». Сила тяготения «наглядна». Ведь каждый видит повседневно падение тел. В резком противоречии с этим понятным, чуть ли не осязаемым принципом физических процессов Максвелл выдвинул новое понятие о напряженности электромагнитного поля. Поле это не находится в постоянном, неизменном состоянии. Оно периодически изменяет интенсивность единственного своего свойства: своей напряженности. Эфирное пространство в любой из своих точек в некоторое время t_0 обладает напряжением $= 0$. Но напряжение непрерывно возрастает, и во время t_1 оно достигает своего максимума E, чтобы от этого крайнего значения вновь опуститься до нуля во время t_2. Во время t_3 напряжение в выбранной точке будет $= E$ и в t_4 — опять $= 0$.

И этот периодический процесс повторяется бесконечно (время от 0 до t_1 равняется $t_2 - t_1$, это последнее $= t_3 - t_2$ и т. д.). Для Хвольсона непонятно периодическое колебание напряжения, занявшего место хорошо известного нам старого понятия о его постоянстве. Сила как-будто возникает из ничего и опять возвращается к 0, чтобы снова возникать. Не противоречит ли такого рода гипотеза здравому смыслу? Про-

[1]) Хвольсон: «Характ. разв. физ. за последние 50 лет». Стр. 208.

фессор Хвольсон говорит: «Да, она безусловно противоречит ему».

Таким образом, по мнению проф. Хвольсона, между старой и новой физикой в смысле их понятности зияет пропасть.

Однако, дело далеко не так просто. Во-первых, неправильно утверждение, будто бы «непонятность» касается всех возникших новых проблем. Во всяком случае нельзя утверждать, что современная молекулярная статистика обнаруживает дефект непонятности даже с точки зрения самого Хвольсона. То же самое, по утверждению автора, рисующего развитие физики за последние 50 лет, относится и к теории относительности. «Непонятность» касается только теории электромагнитного поля и теории квант.

Молекулярная статистика является той областью современной физики, в значении, плодотворности и понятности которой никак нельзя сомневаться. Она является плодом синтеза старой теории, основоположником которой был Демокрит, и исчисления вероятностей. Демокрит, великий материалист древности, учил, что видимые объекты мира состоят из мельчайших, последних, дальше неделимых элементов—из атомов. Его теория была возобновлена в XVII столетии; но только в середине XIX века физики взялись за ее теоретическую разработку.

Математическое оформление атомистической теории сделалось возможным после открытия первого начала термодинамики Р. Майером и Джаулем (1842). Согласно этому первому началу можно получить тепло посредством механической работы и обратно, и количественное отношение их превращения одного в другое сохраняется. Закон сохранения энергии является аналогией уже давно известного необходимого следствия Ньютоновых аксиом движения: закона сохранения механической энергии при обыкновенных (точнее—механических) движениях. Оба закона являют собой экспериментально, точно проверенные истины, при чем сохранение механической энергии вытекает из принципов Ньютона строго аналитически.

Нельзя было сомневаться в том, что эти два закона, являющиеся аналогичными даже по своей формулировке, должны иметь какую-то более глубокую связь, кроме внешней формы.

Чтобы найти эту связь, нужно было лишь предположить, что и теплота в своей сущности является движением, правда, невидимым движением молекул. Теория теплоты превращается благодаря такому предположению в частный случай общей динамики. Сумма всех энергий по первому принципу термодинамики остается постоянной (так утверждал уже и старый закон сохранения механической энергии), но она распадается на две части: 1) на часть, обнаруживающуюся в видимом движении сложного (молярного) тела в целом, и 2) на часть невидимого движения мельчайших частиц. Предположим, что какой-нибудь закрытый и наполненный газом сосуд движется, т.-е. меняет свое место в целом. В это же время молекулы газа движутся в сосуде, как принято говорить, «беспорядочно», т.-е. во всех направлениях. Энергия в своем целом состоит поэтому из двух частей: макромеханической и микромеханической энергии. Крениг и Клаузиус выработали в 50-х годах XIX века кинетическую теорию газов. Они опирались в своем построении на упомянутый выше принцип, что газ состоит из отдельных «свободных» молекул, не связанных определенным состоянием равновесия по отношению друг к другу. Молекулы двигаются поступательно. Они испытывают отклонения лишь при столкновении с другими молекулами. Из такой концепции легко можно было объяснить давление газа и вывести законы Бойля-Мариотта и Гэ-Люссака. Так как теплота, согласно этой теории, сводится к кинетической энергии молекул, то нетрудно было вывести из нее и температуру газа. *Температура есть функция среднего значения энергии отдельных молекул.* Та температура, при которой молекулы газа не обладают никакой энергией движения, т.-е. при которой молекулы прекращают свое движение, называется абсолютным нулевым пунктом температуры (273,1° Ц.). В 1865 году венский физик Лошмидт определил абсолютную величину молекулы. Масса молекулы водорода равняется 3,2. 10^{-24} гр. (три грамма водорода содержат в себе один квадриллион молекул).

Основное различие между макромеханическим и микромеханическим (атомистическим) взглядами заключается с этой точки зрения в том, что экспериментальная физика исследует

процесс в целом [1]), между тем как атомистика рассматривает его как совокупность огромного числа отдельных, индивидуальных процессов, носителями которых являются атомы.

Однако, спрашивается, какая же польза в том, чтобы рассматривать газ не в целом, а как совокупность квадриллионов отдельных, индивидуальных элементов? Ведь состояние газа могло бы быть понятно с точки зрения атомистики лишь в том случае, если бы исследователь смог определить в любое время скорость и направление движения каждой отдельной молекулы. А это, конечно, невозможно.

Разложение видимого единого процесса на огромное число индивидуальных, молекулярных движений естественно приводило физиков к статистическому пониманию процессов, т.-е. к применению давно известного из области социальной жизни закона теории вероятностей, закона больших чисел. Метод исчисления средних значений разных социальных массовых явлений (браков, смертности, годности к военной службе и т. п.) может быть применяем и к проблемам кинетики газов. Возьмем очень маленький куб, находящийся в наполненном газом сосуде, например, такой, длина которого равняется $\frac{1}{10}$ мм. Предположим, что воображаемый наблюдатель мог бы рассматривать молекулы, заключающиеся внутри такого малого куба (где соответственно и число молекул сравнительно мало) каждую по отдельности. Тогда он мог бы определить их скорости в отдельности и умножать половину квадратов скоростей на их массы и, суммировав эти величины, получить кинетическую энергию газа. Если этот наблюдатель разделит сумму значений, полученных для кинетической энергии каждой отдельной молекулы, на число этих молекул, то он получит с р е д н е е з н а ч е н и е кинетической энергии молекул малого куба. Это дает ему возможность путем простого метода исчислять то, что физика называет температурой материи, находящейся в малом кубе.

Однородность поведения газа в целом не значит еще, что в любом малом объеме не могут происходить колебания характерных для газа величин, например, энергии движения или плот-

---

[1]) Для экспериментальной физики известно состояние газа, если она знает температуру, давление и объем его.

ности газа. Мы предполагаем, что плотность газа в целом при данной температуре одинакова. Но это не значит, что если мы возьмем объем с радиусом 1 μ., то в таком объеме не возникнут колебания плотности. В таком объеме число молекул будет уже не такое большое, чтобы можно было бы применять к нему закон больших чисел, точно так же, как, например, в целях исчисления средней смертности нельзя принимать за основу маленький город, а следует брать такой, где живут несколько миллионов людей. При большом числе индивидуальные колебания смертности уравновешиваются. Точно так же обстоит дело и с такими объемами газов, где число молекул велико.

Из всего этого следует, например, что прохождение света через газ вызывает колебание в малых объемах газа, где проходит свет. Колебание плотности в таких малых объемах, равновесие которых нарушается проходом света, должно, стало-быть, обнаруживаться колебанием показателя преломления. Этот вывод, действительно, оправдывается опытами.

Смолуховскому, одному из наиболее выдающихся исследователей теории атомов, удалось объяснить посредством изложенного выше вывода относительно колебания показателя преломления синий цвет неба. Тот же Смолуховский, равно как и Эйнштейн, впервые дал точную теорию Броуновского движения, этого непосредственного доказательства существования молекул. Однако, подробно распространяться по этому очень важному вопросу сейчас мы не можем.

Современная молекулярная статистика означает коренной перелом нашего понимания мира. Видимые и как-будто однородные процессы разлагаются на огромное число невидимых процессов и обрабатываются на основе статистического метода, т.-е. исчисления вероятностей.

Хаас дает очень удачный пример, разъясняющий смысл этого метода. Предположим, говорит он, что в одном городе, в определенном зале, каждый день происходит одна лекция. Какова будет вероятность того, что все присутствующие на лекции имеют фамилии, начинающиеся с буквы М? Если мы условимся, например, что на каждой лекции будут присутствовать лишь два человека, и что каждый двадцатый человек имеет фамилию на букву М, то вероятность того, что фамилии

двух слушателей начнутся с буквы М [1]), будет равна $\frac{1}{20^2}=\frac{1}{400}$ (предполагая, что присутствие всех жителей на лекции одинаково вероятно). Если же постоянное число слушателей равно 3, то вероятность М-события будет равна $\frac{1}{20^3}=\frac{1}{8000}$, т.-е. что из 8000 лекций только на одной все трое присутствующих будут иметь фамилии с инициалом М. Если постоянное число слушателей 5, то вероятность М-события $=\frac{1}{20^5}$, т.-е. такой случай мог бы произойти лишь раз за 8800 лет (по одной лекции в день), а при 10 слушателях—приблизительно через 30 миллиардов лет, и т. д. Такие события, время повторения которых превышает всякую человеческую способность воображения, мы считаем практически невозможными.

Те же самые соображения имеют место и при исчислении индивидуальных скоростей молекул. Мы называем механическим явлением тот случай, когда огромное число молекул движется с одинаковой скоростью и в одинаковом направлении (например, поступательное движение осуществляет это явление).

Какова вероятность возникновения такого случая без внешних для системы причин? Ничтожно мала. Но эта, хотя и ничтожная, вероятность является чрезвычайно важной для объяснения одного вопроса принципиального значения. Мы все знаем, что старая формулировка второго начала термодинамики говорит о том, что происходящие во вселенной процессы теоретически разделяются на две группы—обратимых и необратимых. Чисто механические процессы характеризуются тем, что они обратимы. Например, качание математического маятника (т.-е. при качании без трения и на невесомом шнурке), раз начавшееся, повторялось бы бесконечно. Но мы знаем, что движения без трения в природе нет, и Клаузиус пришел к тому выводу, что все действительные, физически естественные процессы необратимы. Это значит, что без посредства других естественных, протекающих как-будто «само собой» процессов нельзя заставить естественный процесс протекать обратно. На этом принципе были построены тепловые машины.

[1]) Назовем это событие «М-событием».

Из механического движения, напр., трения, можно получить теплоту, как каждый может убедиться в этом на повседневном опыте. Но, чтобы получать из теплоты механическое движение (напр., при помощи паровоза), для этого нужно строить аппарат, связывающий этот процесс с некоторым естественным процессом.

Очевидно, что тут между механическим и физическим пониманием природы возникает разрыв. Все механические процессы обратимы. Все физические (или естественные) процессы необратимы. Почему это так, Клаузиус не мог объяснить, но гениальная идея Больцмана разрешила возникшее противоречие. Естественные процессы тоже обратимы, но вероятность того, чтобы и обратный процесс протекал «сам собою», чрезвычайно мала. Мы видели ничтожность вероятности М-события при 10 слушателях. Но эта вероятность представляет собой огромную величину по сравнению с тем, что происходит в случае квадриллионов молекул. Движение тела вызывает тепловую энергию «само собою», т.-е. без вмешательства извне. В переводе на язык молекулярной статистики это означает, что упорядоченное движение (при механическом поступательном движении все молекулы должны обладать той же самой скоростью и одним и тем же направлением) переходит в «беспорядочное движение» молекул. Переход же тепла в механическое движение есть обратный процесс: переход без внешнего вмешательства других процессов беспорядочного движения молекул в упорядоченное. Вероятность такого события ничтожна, но оно все же не невозможно, как полагал Клаузиус.

Что означает обрисованная выше картина молекулярных процессов и их вероятностей с философской точки зрения? Второе начало термодинамики говорило о *тенденции* рассеяния энергии во вселенной, т.-е. о переходе имеющихся налицо во вселенной упорядоченных, механических движений в беспорядочные. Но нетрудно понять, что физический «закон», который говорит не об однозначной необходимости, а лишь о тенденциях, не больше, чем антропоморфическое представление, остаток нашей человеческой телеологической склонности. *Тенденция эта на точном языке исчисления вероятностей означает лишь то, что превращение грубо*

механической энергии в тепловую является событием огромной вероятности, и что вероятность обратного процесса так мала, что считаться с ней с практической точки зрения не приходится. Необратимость физических процессов поэтому нельзя назвать законом, а лишь—правилом, исключения из которого совершаются через невообразимо большие промежутки времени. Предписывать случаю упорядочивающее действие мы не можем. Время, которое прошло за период образования из космической пыли солнечной системы с ее упорядоченными движениями, если оно произошло из совершенно беспорядочных начальных состояний молекул, являет собой такое огромное число, которое превышает всякую фантазию. Однако, за исключением влияния других небесных систем на нашу и действующих внутри системы сил, в процессе ее упорядочения нам ничего предполагать не приходится, если мы не хотим допустить теории «первого толчка», действующей вне вселенной, божеской силы. Больцман очистил физику от балласта первоначального толчка, тяготевшего над физикой Ньютона. Чтобы дать возможность читателю самому убедиться в исключительной плодотворности введения понятия вероятности в молекулярную статистику, мы дадим краткое изложение зависимости абсолютной величины энтропии в изолированной системе от вероятности состояния этой системы.

Второе начало термодинамики можно формулировать так: абсолютная величина энтропии есть функция вероятности состояния системы. Энергия является функцией, определяемая массой и скоростью тел. Энтропия же зависит от давления, объема и температуры системы. Коэффициент полезного действия тепловой машины (т. н. цикла Карно) есть:

$$\frac{Q_0 - Q_1}{Q_0} = \frac{T_0 - T_1}{T_0}, \text{ или } 1 - \frac{Q_1}{Q_0} = 1 - \frac{T_1}{T_0}, \text{ или же } \frac{Q_1}{Q_0} = \frac{T_1}{T_0}$$

$$\text{или } \frac{Q_1}{Q_0} - \frac{T_1}{T_0} = 0.$$

Выражая в интегральной форме, мы пишем:

$$\int\limits_{ABCD} \frac{dQ}{T} = \int\limits_{ABC} \frac{dQ}{T} + \int\limits_{CDA} \frac{dQ}{T} = 0, \int\limits_{ABC} \frac{dQ}{T} = \int\limits_{ADC} \frac{dQ}{T}$$

Это значит, что результат не зависит от пути, по которому может протекать процесс. Значение интеграла одно и то же по путям ABC и ADC, оно зависит лишь от начального и конечного состояния процесса: A и C.

Но в этом случае $\frac{dQ}{T}$ есть полный дифференциал некоторой, пока неизвестной функции S, т.-е. $\frac{dQ}{T} = dS$ и $S = \int \frac{dQ}{T}$.

Эту функцию Клаузиус назвал энтропией. Когда количество тепла Q переходит из очага к холодильнику, то энергия очага по определению уменьшается на $\frac{Q}{T_0}$, а энергия холодильника увеличивается на $\frac{Q}{T_1}$ (T_0—температура очага, T_1—холодильника).

Изменение энтропии будет

$$\triangle S = -\frac{Q}{T_0} + \frac{Q}{T_1},\ T_0 > T_1,\ \text{следовательно},\ \triangle S > 0.$$

Это значит, что при переходе тепла от тел высшей температуры к телам низшей температуры сумма энтропии возрастает. Но $\triangle S > 0$ даст нам способ исчисления лишь и з м е н е н и я энтропии изолированной системы. Как получить ее а б с о л ю т н о е з н а ч е н и е? Пусть будет вероятность какого-нибудь состояния системы (например, характеризуемой через v_0, p_0, T_0) равна P. Предположим, что энтропия будет функция от P, $S = f(P)$.

Пусть S_1 и S_2 энтропии двух независимых друг от друга систем. Тогда

$$S_1 = f(P_1) \text{ и } S_2 = f(P_2).$$

По определению энтропии, общая энтропия этих систем равняется сумме энтропии этих систем по отдельности.

$$S = S_1 + S_2.$$

Вероятность одновременного существования двух состояний двух независимых друг от друга систем равна произведению вероятностей этих систем, т.-е. $P = P_1 . P_2$.

Эти элементарные соображения достаточны для получения формы функции f.

$$S = f(P),\ S_1 = f(P_1),\ S_2 = f(P_2),\ S = S_1 + S_2,\ P = P_1 . P_2$$

$$S = f(P) = f(P_1) + f(P_2) = f(P_1 . P_2) \qquad (1)$$

Дифференцируем (1) по P_1 (P_2 пока постоянное).

$$f'(P_1 . P_2)\ P_2 = f'(P_1) \qquad (2)$$

Дифференцируем (2) по P_2 (P_1 постоянное).

$$f''(P_1 . P_2)\ P_2 . P_1 + f'(P_1 . P_2) = 0$$

$$\text{или } f''(P)\ P + f'(P) = 0.$$

Это дифференциальное уравнение второго порядка. Общий интеграл его:

$$\int \frac{f''(P)}{f'(P)} dP = -\int \frac{dP}{P}; \text{отсюда: } \log f'(P) = -\log P + \log K = \log \frac{k}{P}$$

$$\int f'(P)\, dP = K \int \frac{dP}{P},$$

и, наконец, $S = f(P) = k\log P + C$. Нернст вычислил из определенных условий, что $C = O$, поэтому $S = k\log P$.

Энтропия состояния системы пропорциональна логарифму вероятности состояния этой системы. Вид искомой функции, таким образом, есть логарифм.

Вернемся теперь к тем важнейшим следствиям, к которым привело новое понимание энтропии. Время, необходимое для образования солнца и земли, и приблизительный их возраст, если его исчислять на основе одной вероятности, так велико, что естествоиспытатели не могли успокоиться на этом результате. Они искали реальные факторы, могущие сократить это число. В самые последние годы и удалось сделать большой шаг вперед в этом вопросе. Рессель (1919) и Эддингтон (1916) привлекли для решения этой задачи спектральный анализ. Эддингтон воспользовался для этой цели одним замечательным, но уже известным фактором, именно—давлением света. Эксперименты доказывают, что излучение электромагнитной энергии (в том числе и энергии света) оказывает давление на тела, на которые лучи падают. Правда, давление солнечных лучей на земле очень мало, но все же оно — измеримая величина. Эддингтон предположил, что то огромное давление, которое исходит из внутренних частей солнца к поверхности, может возрастать до порядка величины гравитационного давления. Эддингтон исчислил, что отношение между лучистым и гравитационным давлением зависит от массы

светил, при чем последние он принял за гигантские газовые шары. При величинах, не превышающих квадриллионов килограммов веса, лучистое давление еще не играет роли по сравнению с гравитационным давлением (вес солнца равняется приблизительно двум квинтиллионам килограммов). Только в том случае, если масса газового шара равняется приблизительно одному квинтиллиону килограммов, лучистое давление будет равняться $^1/_{10}$ его гравитационного давления. При 100 квинтиллионах килограммов веса лучистое давление будет $^4/_5$ гравитационного давления на поверхности светила. Из этого Эддингтон на основании законов равновесия умозаключил, что такой газовый шар уже не может быть устойчивым (гравитация действует извне внутрь, лучистое давление—наружу). Поэтому мы вправе умозаключить, что достаточная устойчивость светил возможна лишь между границами приблизительно одного квинтиллиона и ста квинтиллионов килограммов. Наибольшие светила, стало-быть, могут обладать приблизительно в 50 раз большей массой, чем наше солнце.

Из непосредственных измерений, с другой стороны, мы получаем тот результат, что светила по своей массе не отличаются друг от друга весьма велико. Таким образом, теоретические исчисления и опытные результаты согласуются. Теория лучистого давления поэтому годна для исчисления верхней границы массы могущих существовать светил. Эддингтон же посредством исследования наивысших температур смог определить и нижнюю границу масс светил. Чтобы светило стало вообще видимым, оно должно обладать 3.000° С. температуры. Такие светила имеют меньше $^1/_{10}$ доли массы солнца.

Из тех же принципов и из Эйнштейновского принципа косности энергии можно дальше исчислять и возраст небесных светил. По этому закону масса тел $= \frac{\text{энергия}}{\text{квадрат скорости света}}$.

Если тело теряет свою энергию, то оно теряет и свою массу. С другой стороны, мы можем исчислять количество тепла, излученного солнцем на квадратный сантиметр поверхности земли (3 калории в минуту). Расстояние солнца от земли известно, и, таким образом, мы получим результат, что солнце излучает в секунду количество тепла, способное нагревать до

кипения один триллион тонн воды 0° С. Вследствие уравнения $\mu = \frac{E}{c^2}$ уменьшение массы солнца в секунду равно четырем миллионам тонн. Это означает уменьшение массы солнца в один год на 10-биллионную часть его, т.-е. его возраст не может быть больше этого периода (10 биллионов лет).

Однако, из исчисления длительности атомного распада урана мы можем определить возраст земли и, следовательно, нижнюю границу возраста солнца. 1% урана распадается приблизительно 80 миллионов лет. Содержание уранового свинца,— этого результата распадения урана, — на земле колеблется между 4 и 21%. Из этих исчислений получаются значения для возраста урановых минералов, и поэтому возраст земной коры — между 300 и 1500 миллионов лет. Нернст предполагает, что возраст солнца должен быть приблизительно 10.000 миллионов лет. Но, в виду того, что возраст светил зависит, согласно Эддингтону, от величины массы, то можно полагать, что средняя длительность жизни светил не превышает 100 миллиардов лет.

Все эти исследования, находятся в настоящее время лишь в зачатке. Но уже достигнутые результаты довольно убедительно говорят за то, что новые методы чрезвычайно обогатили и расширили нашу картинку мира и доказали плодотворность статистического метода.

Статистический метод привел нас к более глубокому пониманию энергии и устранил зияющее противоречие между обратимыми и необратимыми процессами.

Задача теоретической физики этим и кончилась. Однако она поставила трудный вопрос перед материалистической философией, ибо расхождение между механическим и статистическим миропониманием явно бросается в глаза.

Каков смысл уравнения $S = k \log P$?

Энергия — это функция состояния движущейся материи: она зависит от ее массы и скорости. Это понятно. Но что значит, что энтропия есть функция вероятности состояния? Физика ищет причинную связь между характерными явлениями материального мира. Скорость является составным элементом причин, определяющих величину энергии. Такое объяснение хорошо совме-

щается с обыкновенным толкованием принципа причинности. Этот принцип является на ряду с принципом независимого от нас существования материи одной из основ всего материализма и в более содержательном определении—диалектического материализма. Совсем иначе обстоит дело с энтропией. Энтропия говорит об однозначном направлении всех процессов превращений энергии. Она утверждает превращение всех видов энергии в тепловую энергию, при чем закон энтропии устанавливает направление самой тепловой энергии: тепло идет от высокой к низкой температуре. Энтропия представляет собой реальное явление, ибо уравнивание тепловых различий есть известный факт. Энтропия и ее возрастание, равно как и энергия, есть реальнейший факт.

Не может быть сомнения в том, что причинная связь требует реальности как следствий, так и причин. В отношении энергии это требование действительно выполняется. Масса и скорость не менее реальны, чем самая энергия. Иначе обстоит дело с энтропией, по крайней мере по видимости. Энтропия являет собой функцию вероятности состояния материальной системы. Однако, вероятность не есть нечто объективное! Если принцип причинности представляет собой универсальный закон, то каждое состояние должно существовать в определенное необходимыми условиями время. Тут случайность не при чем. Она не есть объективная категория. Ее понимание в качестве объективной категории мира ведет к упразднению строго причинной закономерности процессов природы. Наша познавательная способность ограничена в том смысле, что мы не в состоянии дать точной характеристики поведения каждого атома какой-нибудь системы. Мы должны довольствоваться средними значениями, полагая, что отклонение части элементов от этого среднего состояния вверх и вниз не должно идти в счет, так как оно компенсируется противоположными отклонениями. Но никак нельзя сомневаться в том, что каждое малейшее отклонение от любого прежнего состояния в поведении элементов строго детерминировано, хотя мы не в состоянии измерить и исчислять величин его причин.

Одним словом, энтропия объективно не может быть ни следствием, ни синонимом вероятности

состояния системы. Правда, формула Больцмана этого и не утверждает. Она дает функциональную связь энтропии и вероятности состояния. Однако, на таком объяснении никак нельзя успокоиться. Тут как-будто напрашивается принцип экономии мышления. Достаточно прочитать «Теорию теплоты» Маха, чтобы убедиться в правильности нашего положения. Введение вероятности в область теоретической термодинамики является важной опорой для установления Махом принципа экономии мышления. Но, с другой стороны, устранение статистического метода из области физики представляло бы большой удар по всему естествознанию. Этот остроумный метод Больцмана обещает слишком много ценных результатов, чтобы с легкой руки его можно было выбросить за борт научного исследования.

Как преодолеть такие трудности? От понятия вероятности состояния современная физика не может отказаться. А, с другой стороны, это понятие как-будто ведет к психологизму и релятивизму, т.-е. антропоморфизму.

Наша задача заключается в том, чтобы попытаться устранить пропасть между классической механикой и молекулярной статистикой. Их противоречие диалектично и, таким образом, снимаемо. Их синтез, однако, по нашему мнению, сводит классическую механику к молекулярной статистике, а не обратно, как это казалось бы естественным на первый взгляд. Законы статистики касаются динамики громадного количества, подавляющего большинства элементов и пренебрегают отклонениями от этого среднего состояния, так как отклонения эти 1) совершаются во всех направлениях и таким образом компенсируют друг друга, и 2) потому, что большие отклонения случаются гораздо реже, чем малые. Помимо этого, и истолкование самой вероятности приходится изменять.

Мы можем дать только изложение основных руководящих идей, могущих содействовать устранению упомянутой невязки. Подробная разработка их потребовала бы особой работы.

В основе всех суждений о вероятности лежит то предположение, что отдельные случаи ожидаемых эффектов одинаково возможны или могут быть разложены на таковые. Определение

дроби вероятности ясно говорит об этом. Вероятность того, что брошенные кости падут на 6 очков $= 1/_6$ только при условии, что падение на все 6 сторон одинаково вероятно, т.-е. что кости идеально конструированы из идеально однородной материи. Очевидно, что определение вероятности заключает в себе порочный круг. Меру вероятности дает дробь, в знаменатель которой входят все одинаково вероятные случаи, в числитель же входят все одинаково вероятные благоприятные случаи.

Совершенно очевидно, что осуществление таких условий, как одинаково вероятные случаи, например, идеально конструированные кости в идеальной среде, или идеально однородный газ и т. д. практически невозможно. Маленькое нарушение равновесия воздуха уже может вызвать падение костей именно на № 1 и т. д. Способ и импульс бросания играет такую же роль. Индивидуальные случаи поэтому детерминированы, хотя эта детерминация в большинстве случаев не поддается нашему учету.

Примечание. Впоследствии было высказано т. Дебориным («Энгельс и диалектика в биологии». «Под Зн. Маркс.», № 1—2. 1926) такое толкование взгляда Энгельса в его «Диалектике в природе», как-будто Энгельс стоял на точке зрения объективности и даже необходимости случайных явлений. Как ошибочно такое толкование, показывает следующее место из «Диалектики в природе». Незаметные, случайные различия индивидов внутри отдельных видов, различия, которые могут усиливаться до изменения самого характера вида, ближайшие даже причины которых можно указать лишь в самых редких случаях, именно они заставляют его (Дарвина, А. В) усомниться в прежней основе всякой закономерности в биологии, усомниться в понятии вида, в его прежней метафизической неизменности и постоянстве» (стр. 195. Подчеркнуто нами. А. В.).

Энгельс пользуется понятием случайности, как и всякий другой человек, но что он понимает под ним, ясно из текста. Он называет случайными такие явления, ближайшие даже причины которых можно указать

> лишь в самых редких случаях». Следует ли из этого, что, где мы не в состоянии (и это бывает в большинстве случаев) указать эти причины, их и в природе нет? Такой взгляд является гипостазированием наших понятий, ничем не обоснованным предположением, что каждому из наших понятий должно соответствовать что-нибудь реальное в мире. Однако, какому из наших понятий соответствует реальный предмет, об этом может решать только опыт или эксперимент, и всякие априорные рассуждения об этом вопросе, как и обо всех прочих проблемах, бесплодны. Теория вероятности есть именно та наука, которая улавливает общий ход неизвестной нам во всех деталях закономерности и опирается на то, конечно, отрывочное знание, которым мы обладаем. «Несомненно,— говорит, Борель—неведение является необходимым элементом для существования вероятности, но не оно одно ее создает». Теория вероятности дает замену точной закономерности вследствие того, что необходимые для точного исчисления данные не все имеются в нашем распоряжении. Но это вовсе не мешает тому, «что сущность явлений, называемых нами случайными, заключается в их зависимости от причин, слишком сложных для того, чтобы мы могли их все выявить и изучить».
>
> (Борель. Случай, стр. 5 и 10).

Влияние ничтожного ветра бесконечно мало по сравнению с влиянием импульса бросания. Одну и ту же алгебраическую сумму количеств движения молекул можно получать посредством бесконечно разнообразных слагаемых. Если количество движения трех молекул последовательно равно 2, 4, 6, то средняя величина его будет равна 4, точно так же, как если бы слагаемые величины были 4, 4, 4. Теория вероятностей не описывает в рассматриваемом сложном (молекулярном) процессе индивидуальное поведение его элементов; об этом ничего она не говорит. О поведении отдельных молекул мы можем судить только при условии, что их поведение незначительно отличается от среднего хода всех процессов, исходящих из одинакового начального состояния. Такое следствие вытекает из

теоретического толкования II-го начала термодинамики с помощью теории вероятностей.

Теория вероятностей сама по себе не может дать нам действительных величин, характеризующих отдельные молекулярные процессы. Она знает только более или менее вероятные случаи. Но что будут осуществляться более вероятные случаи, именно за это она не может поручиться. Словом, причинного объяснения она дать не может.

Остается, таким образом, неразрешенным трудный вопрос: почему природа подчиняется закону больших чисел, или — что одно и то же,—что означает, с точки зрения причинного мировоззрения, понятие наибольшей вероятности? Ведь эта наибольшая вероятность означает на языке фактов, что данное событие действительно повторяется пропорционально своей вероятности. Если число повторения опытов $= S$, вероятность случая E_1 равняется $1/2$, а случая E_2 равняется $1/3$, то число повторения E_1 будет $\frac{S}{2}$, а повторения E_2 будет $\frac{S}{3}$, если только S достаточно велико. Отклонения от среднего состояния в сторону плюс и минус $\triangle x_1'$, $\triangle x_2'$ ..., $\triangle x_n$ вызываются нарастанием и убыванием вызывающих их сил. Эти силы колеблются около своего среднего значения на $\pm \triangle P_1$, $\pm \triangle p_x$ ..., $\pm \triangle p_n$.

Чтобы удовлетворить требованию одинаковой вероятности (без которого применять это исчисление нельзя), мы предполагаем, что в рамках определенных границ всевозможные значения силы одинаково вероятны, если мы возьмем достаточно большой сосуд с достаточно большим числом молекул. Но при малом объеме внутри нашего сосуда не будут осуществлены все возможные отклонения в сторону плюс и минус, и в таком месте возникнут только некоторые отклонения от среднего состояния. Таким образом, в двух очень малых объемах данного газа возникают разные температуры, несмотря на то, что в сосуде в целом мы наблюдаем всегда один процесс: исчезновение разности температур.

Это размышление предполагает: 1) закон больших чисел, 2) гипотезу элементарного беспорядка распределения молекул, т.-е. то, что нужно было бы объяснить.

Если мы подойдем к вопросу с методом идеалистического рационализма, то выход из затруднений невозможен, и связного объяснения не получится. Математик склонен исходить из своего определения дроби вероятности и из понятия одинаковой вероятности, как априорных определений. Но дело в том, что определение дроби вероятности—эмпирического происхождения и было создано на основе макромеханического опыта, т.-е. на основе такого опыта, где в комплексе большого числа микромеханических событий их индивидуальность изглажена, и мы видим лишь общий результат. Иными словами, закон больших чисел лежит уже в основе всех опытов в области вероятности. Таким образом, становится понятным, почему не может получиться противоречие с опытом (при правильном учете условий).

Резюмируя, мы утверждаем, что определение дроби вероятности оправдывается опытом потому, что это определение молчаливо содержит уже эмпирический закон больших чисел, частным случаем которого является второе начало термодинамики.

Общая основа всех размышлений на основе вероятности заключается в том, что во вселенной нет привилегированных элементов. Поэтому всевозможными состояниями, которыми может обладать определенный элемент, может обладать и любой другой элемент.

Мы увидим ниже, что число значительных отклонений от среднего состояния, даже в течение большого промежутка времени, объективно весьма невелико. Но спрашивается, откуда берется это ограничение? Какова природа тех процессов, которые противоречат основному принципу вероятности—непривилегированности ни одного из возможных течений? Ответ на вопрос можно дать двоякий. Идеалисты говорят: в этом именно и заключается опытное оправдание телеологии. Если лучистая энергия падает на материю, то она будет поглощать или целое число квант энергии, или вообще процесс не может начаться. И тогда спрашивается: откуда знает материя заранее, сколько времени продолжится излучение, чтобы получить кратное число квант? Планк стремился разрешить этот неприятный, ведущий прямо к телеологизму мертвой материи вопрос тем, что поглощение энергии идет непрерывно, излучение же—прерывно.

Однако, нетрудно видеть, что такого рода ответ не может дать удовлетворения. По нашему взгляду, решение этих трудностей заключается в том, что, если мы примем атомное строение материи, то мы неизбежно должны принять и то основное положение, что существуют только кратные элементарного количества энергии, все равно, как мало последнее. Из этого уже следует, что во вселенной существуют не все аналитически возможные скорости и количества энергии и действия, а только те, которые представляют собой кратные отношения некоторых конечных и последних (пусть очень маленьких) квант.

Однако, спрашивают математики, что будет с анализом бесконечно малых? Он ведь построен на предположении непрерывности мировых процессов! Нам думается, что существование и удивительная плодотворность математики непрерывности не противоречит атомистике. Постоянное убывание независимой переменной, влекущее за собой такое же убывание функции, не противоречит этой концепции. Понятие непрерывной функции является следствием определения непрерывности. Но если во вселенной существуют только конечные элементы (все равно, как они малы), то в действительности существуют лишь кратные отношения, с человеческой точки зрения, очень малых квант. Математика бесконечного может быть применена к ним, и физики, отрицающие непрерывность мировых процессов, все же не должны отказываться от нее. Однозначное соотношение между x и f(x) остается для реально существующих величин и в том случае, когда мы выбросим бесконечно много отдельных значений x и (fx), ненаходимых в опыте.

Очень простой пример может убедить каждого, что это именно так. Пусть в одной урне лежат три белых и два черных шарика. Мы сделаем 623 тиража (снова вкладывая шарик после тиража в урну). Какова будет наибольшая вероятность проявления белых шариков? Вероятность равна $^3/_5$, а число вынутых белых шариков по наибольшей вероятности будет равно $^3/_5 . 623 = 373^1/_5$. Из 623 тиражей, поэтому, наиболее вероятно, что белый шарик явится $373^1/_5$ раза. Но очевидно, что это невозможно. Он может явиться или 373 раза или 374 раза, но никогда $373^1/_5$ раза. Результат ($373^1/_5$) получается благодаря

соблюдению формальных законов арифметики. Из ряда действительных результатов этот результат подлежит устранению, что, конечно, нисколько не лишает реального смысла указанную операцию во всех случаях кратных отношений. Математика, построенная на принципе непрерывности, дает больше, чем требуется от нее.

Из сказанного, конечно, не следует, что дробь, например $^4/_5$, нереальна; $^4/_5$ может быть отношением очень разнообразных действительных процессов (например, если тираж = 375). Но к данному случаю (373) она точно не применима.

Вопрос, в какой связи стоит принцип причинности с отношениями непрерывности и прерывности, чрезвычайно важен для решения нашей проблемы. Здесь надо заметить, что, например, Планк приходит к совершенно неправильным выводам по данному вопросу. Его точка зрения дуалистична.

В своем прекрасном докладе: «Динамическая и статистическая закономерность» Планк настаивает на строго причинном объяснении механических процессов, ибо это требование в области механики вполне выполнимо. «В области естественных наук закономерность повсюду абсолютная, и ход явлений определен с необходимостью, не допускающей исключений... В глубочайшей основе явлений лежит абсолютная закономерность»[1]). Это как-будто вполне удовлетворяет материалистическому монизму. Речь идет, разумеется, о причинной закономерности мира, как совокупного процесса материальных явлений. Несмотря на это, Планк в дальнейшем рассуждает следующим образом: «С другой стороны, в самой точной из естественных наук — физике — часто приходится оперировать с явлениями, закономерная связь между которыми пока совершенно не выяснена»[2]). Поэтому нужно: «Провести тщательное и глубокое различие между двумя... видами закономерности: динамической, строго-причинной и только статистической»[3]). «Подобно тому, как уже давно сделали социальные науки, физика познала важное значение особого метода (статистического, В.) совершенно отличного от чисто причинного способа исследования. Поэтому не

[1]) Планк: «Физические очерки», стр. 69.

[2]) Там же, стр. 69.

[3]) Там же, стр. 71.

остается ничего иного, как представить и динамическим и статистическим законам подобающее им место в общей системе физических теорий»[1]). Таким образом, получается дуализм.

Планк—мыслитель, стремящийся к монистическому материализму. Понятно, что он не считает этого нынешнего положения с наличием двух видов объяснения естественных явлений окончательным. И для него идеалом остается причинное объяснение. Но пока мы не в состоянии провести полностью эту линию. Физика, стало-быть, распадается на динамику и атомную физику. В первой области господствуют причинные законы, во второй—законы лишь статистические (вероятностные). Образ первого рода закономерности представляет собой первое начало термодинамики: закон сохранения энергии. Среди же статистических законов физики первое место занимает второе начало термодинамики. Его Планк определяет следующим образом: «Все физические и химические изменения состояния протекают в среднем так, что вероятность состояния увеличивается». Это «наиболее вероятное состояние отличается тем, что все тела имеют одинаковую температуру». Предвидеть поэтому согласно второму началу возможно не безусловно, а лишь в том случае, если «ход отдельного явления не отличается заметно от среднего хода большого числа явлений. Для того, чтобы обеспечить выполнение этого условия, теоретически достаточно ввести так называемую гипотезу элементарного беспорядка»[2]).

Несомненно, что Планк поступает так осторожно именно для того, чтобы избежать всяких возможных поспешных выводов. Теперешняя наука не может дать бóльшего. Надо подождать, когда она даст больше. Но пока нужно самоограничиться.

Однако, по нашему убеждению, дело обстоит не совсем так. Несомненно, что без точнейшего анализа самого понятия вероятности нельзя решить этого вопроса. Выше мы попытались указать на некоторые элементарные свойства понятия вероятности, не ограничиваясь одним его физическим употреблением. Против доводов же Планка мы можем выдвинуть следующие возражения.

---

[1]) Там же, стр. 70.

[2]) Планк: «Физические очерки», стр. 80.

Между причинностью и вероятностью уже и в настоящее время не может зиять и на самом деле не зияет такая пропасть, как это кажется Планку. Мы уже указали на то, что определение вероятности (это якобы чисто априорное определение) включает в себя в скрытом виде эмпирический закон больших чисел. Такого рода утверждение является для идеалистически настроенных математиков (но далеко не всех математиков вообще!) неприемлемым. Но никакой непредубежденный теоретик вероятности не сможет отрицать, что определение вероятности возникло из наблюдения известных явлений (из опытов над азартными играми), когда еще о статистическом методе, о молекулярных процессах не было и речи (в XVII веке). Все наблюдаемые явления (азартные игры) были явлениями макромеханического порядка, т.-е. они уже заключали в себе именно закон больших чисел.

Закон больших чисел, несомненно, заключается в понятии вероятности, и это возможно доказать. Мы пытались выше дать основные идеи такого доказательства. И если нам оно удалось, то можно установить и связь между причинностью и вероятностью. Вероятность окажется, — если доказательство правильно,—частным случаем общего закона причинности.

Причинность обыкновенно понимается так. Если из экспериментов получается, что единичное явление *a* всегда обнаруживается вместе с другим — *b* так, что их связь (их сосуществование) можно вывести из общих принципов (или гипотез), то мы утверждаем, что *a* есть причина *b*. Вместо этого обычного понимания причинности мы ведем следующее обобщенное, по сравнению с только-что сказанным. Пусть А будет не одно единичное явление, а совокупность многих явлений или событий (a_1, $a_2 \ldots a_n$ = А. Обозначим какую-нибудь другую группу событий (b_1, $b_2 \ldots b_n$) через В. Мы наблюдаем, что вместе с a_1 всегда появляется b_1 или b_2 . . . или b_n. Далее, со вступлением a_2 связывается опять или b_1, или b_2 . . . или b_n и т. д. При этих условиях мы говорим, что из А всегда следует В, где А и В — не единичные события, а определенная совокупность таковых, при чем все события из группы В осуществляются безусловно лишь при бесконечном числе событий из группы А. Простой смысл этого определения сводится к тому, что, если мы

сделаем достаточно много опытов (в принципе — бесконечно много), то всякий возможный случай найдет себе место, и вероятность их совокупного выступления (т.-е. всей системы В) будет = 1. Если я брошу миллион раз монету, то возможно, хотя и весьма невероятно, что во весь миллион раз она упадет на одну и ту же сторону, или 999999 раз — на одну и только один раз — на другую. Но если я повторю это бросание достаточно много раз, то распределение результата будет: 50% на одну сторону и 50% — на противоположную.

Мы ничего не можем сказать о том, что будет в каждом отдельном случае, например, в случае сотого бросания. Чтобы знать это, нужно знать не только свойства совокупности в целом, но и свойства отдельных ее элементов, т.-е. уметь применить динамические законы к данному единичному случаю. Чем меньше мы знаем об отдельных членах совокупности, тем меньше мы можем знать заранее, когда он будет выступать. Формулированное общее определение причинности поэтому сводится к тому, что в этом общем случае причиной и следствием будут не отдельные события, а их множество. Но нет никаких оснований отрицать, что не только отдельные события могут стоять в связи причинности, но и их целые совокупности.

Закон вероятности, таким образом, является тем случаем принципа причинности, когда связаны целые развертывающиеся (совершающиеся) беспредельно большое время совокупности процессов, при чем совокупность тех определяющих моментов, которые относятся не ко всему процессу, а лишь к некоторым его частям, теоретически не входят в данную систему.

Это толкование, конечно, не представляет возможности исчисления связи между отдельными элементами множеств А и В. Для практической ориентации наш закон не дает ничего большего, чем обыкновенное определение вероятности. Но оно устраняет пропасть между причинностью, как опытным, и вероятностью, как якобы «априорным» принципом.

Ясно и то, что закон больших чисел тоже является условием этого определения, ибо бесконечное число опытов является условием закона больших чисел. Оно предполагает и упомя-

нутый принцип элементарного беспорядка. Этот принцип означает, что существует определенное среднее распределение скоростей (в примере энтропии—одинаковая температура во всей системе), при чем величина отклонения отдельного случая от среднего значения будет тем меньше, чем больше число отклонений.

Ясно, что утверждение: наиболее вероятный случай будет повторяться чаще, — не тождественно утверждению, что оно осуществляется лишь при большом (точно—лишь при бесконечном) числе опытов.

Математик-идеалист мог бы еще возразить следующее: почему наибольшая вероятность случается наичаще? Укажите рациональную причину этого явления! Ответим: — причина этого заключается в том, что мы выделили то, что бывает наичаще, и выразили это в понятии наибольшей вероятности. Вероятность — это вовсе не есть априорная категория. Все наши логические категории возникли именно из наблюдения таких частых случаев.

Что никакое рассуждение по вероятности не может дать однозначного результата, объясняется тем, что следующий опыт не зависит от предшествующих. Если я брошу монету второй, третий и т. д. раз, все искусственные условия опытов остаются одними и теми же, как и при первом бросании (стираньем монеты, т.-е. ее неоднородностью, тут надо пренебречь).

Человеческая любознательность, конечно, не успокаивается на этом результате и старается суживать сферу произвола. Многозначность результатов можно уменьшать посредством особых гипотез. Например, так, что из всех теоретически возможных случаев надо устранять те, которые не выражаются целыми числами. Таким путем значительная часть возможностей элиминируется. Другой способ суживания предоставляется науке изучением микромеханических точных причинных связей в очень малом объеме.

Но в принципе старое противоречие между причинностью и вероятностью, как нам кажется, отпадает. А это и нужно было доказать.

Теория квант.

В настоящее время мы наблюдаем в области естествознания одно чрезвычайно важное с точки зрения методологии явление, которого не было со времени возрождения естествознания в XVII веке. Галилей и Ньютон положили в основу своих исследований непрерывную структуру пространства — с одной и атомистическую структуру материи—с другой стороны. Не выясняя себе в ясной форме своих основных посылок, они все же не натолкнулись на противоречие, так как исследованная ими область—динамика—довольствовалась в то время понятием материальной точки, не предполагающей собою еще определенного воззрения на структуру тел. Но уже Лейбниц критиковал, наряду с определением Ньютоном пространства, и атомистическую концепцию, предлагая вместо нее свою теорию монад.

Со второй половины XIX века возникли новые области физики: кинетическая теория теплоты и электронная теория (в начале XX века). Обе исходят из атомистического строения вещества и допускают, что материя обладает последними частицами, дальше не делимыми [1]). То же самое случилось в области электричества. Так возникло понятие элементарного количества электричества. Оставалось распространить этот взгляд не только на объекты, но и на самые процессы природы. Физический процесс измеряется посредством того результата, который получается вследствие него. Этот результат зависит от некоторого количества энергии, действующего известный промежуток времени. Его называют действием. Хотя казалось бы и естественным предположение, что по примеру элементарного количества электричества должно существовать и элементарное количество действия, все же последнее понятие могло получить признание лишь после долгого периода сомнения, ибо непрерывность течения процессов казалась наиболее естественным и простым предположением. Только огромные успехи в деле объяснения необъяснимых старой физикой явлений принудили физиков при-

[1]) Впоследствии может, разумеется, оказаться, что электрон не есть последний элемент мира, но это не меняет принципиально положения.

нять или, по крайней мере, отнестись серьезно к новой концепции.

Идея об элементарном количестве действия возникла в области теории теплового излучения. Основа этой теории была создана Кирхгофом (1858), нашедшим основной закон явлений излучения. Он же исследовал лучеиспускательную (эмиссионную) способность ряда тел. Под последней Кирхгоф понимал количество излучаемой нагретым телом в единицу времени теплоты с квадратного сантиметра его поверхности.

Эмиссионная способность тела зависит, по закону Кирхгофа, от его температуры и от того, в какой мере оно поглощает падающие на него тепловые лучи. Чтобы упростить себе задачу, Кирхгоф исследовал такие тела, которые поглощают все падающие на них лучи, или электромагнитные волны, не отражая ни одной их части [1]). Такое тело излучает столько энергии, сколько поглощает. Поэтому в случае такого тела эмиссия зависит только от его температуры. Такое тело называется абсолютно черным, при чем, разумеется, оно не обязательно должно быть черного цвета.

Дальнейший шаг вперед представил собой закон Стефана, Больцмана: эмиссионная способность тел (количество энергии, излученной в единицу времени единицей поверхности) пропорциональна четвертой степени их температуры: $e = \text{const.} \times T^4$ (e — эмиссионная способность, T — температура). Из этого уравнения следует, что $\frac{e}{T^4}$ есть универсальная константа (Стефана). В связи с этим законом возникла очень важная, но трудная проблема: как распределяется излучаемая энергия тела в его спектре. Вопрос этот возник вполне естественно и имеет аналогию с исследованием проблем социальных наук. В политической экономии играет большую роль установление степеней доходов людей. Если мы составим таблицу, скажем, начиная с 100 рублей до 1.000.000 руб. по сотенной шкале (100, 200-300 и т. д.), то мы констатируем, что одна из этих степеней имеет наибольшее процентное участие в доходе разных классов населения.

---

[1]) Современная физика утверждает однородность всех видов излучения, считая, что природа всех излучений электромагнитного характера.

Физика делит, по аналогии с этим, спектр излучающих тел на части и изучает распределение волн по их длине соответственно такой же шкале. Оказывается, что определенной температуре соответствует определенный участок шкалы, на котором распределены волны с наибольшей удельной эмиссионной способностью.

В 1893 году Вин сделал большое открытие. Он нашел числовое отношение между длиной волн и абсолютной температурой [1]).

Произведение этих двух величин $\lambda . T = \text{const.}$ представляет собой универсальную константу (т.-е. не зависит от структуры и индивидуальности испускающих лучи тел). Следовательно, чем выше температура, тем короче длина вызывающихся этой температурой волн, обладающих наибольшим значением излучаемой энергии. Если T возрастает, то длина волн становится короче, т.-е. место максимума энергии в спектре передвигается, например, в направлении от красного цвета к фиолетовому. В самом деле, повседневный опыт учит нас, что нагретое тело, по мере полученной теплоты, начинает накаляться, во-первых, до красного, затем, при увеличении его температуры, до желтого и, наконец, до белого цвета. Закон Вина называют законом перемещения. Результаты, предсказываемые им, становятся тем точнее, чем больше разделен весь спектр.

Однако, экспериментальные исследования спектрального распределения энергии в зависимости от температуры пришли по целому ряду пунктов втупик. Выведенные предполагаемые законы не привели к тем результатам, на которые указал опыт. Наконец, Планку удалось в 1900 г. установить закон, вполне удовлетворяющий всем требованиям экспериментальных результатов. Этот закон основывается на понятии так называемого элементарного кванта (количества) действия.

П р е д п о л о ж е н и е П л а н к а с т о я л о в р е з к о м п р о т и в о р е ч и и с о в с е м д у х о м к л а с с и ч е с к о й ф и з и к и! Эксперименты показали, что длина волн, характерная для мак-

---

[1]) Абсолютной шкалой называют, в учении о теплоте, тот способ измерения температуры, который принимает -273° С. как «абсолютный» нулевой пункт.

симума энергии любого лучеиспускания, тем больше, чем ниже температура тела. Но все попытки объяснить это и другие свойства спектров посредством старой статистической механики потерпели неудачу. Только Планк нашел вполне удовлетворяющий опыту закон. Но закон этот весьма необычен с точки зрения классической теории. По гипотезе Планка: энергия лучеиспускания в пустоте происходит не непрерывно, а передается материи квантами, кратными элементарному количеству энергии. При этом нужно различать элемент энергии от элементарной кванты действия. Элемент энергии равняется произведению элементарной кванты действия на число колебаний в секунду $e=h.v$, или, так как $v. T=1$ (где T — время одного колебания), то $h=eT$. Уже закон Вина содержит указание на зависимость плотности энергии от функции отношения $\frac{T}{v}$, где v—число колебания волн, T—температура). Плотность энергии есть энергия в единице объема области, где происходит черное лучеиспускание.

Формула Планка удовлетворяет этому указанию: энергия лучей, длины волн которых колеблются от v до v+dv :

$$K_v = \frac{2\pi h v^3}{c^2} \cdot \frac{1}{l^{\frac{hv}{kF}} - 1}$$

Из своего уравнения Планку удалось получить значения элементарной кванты действия и массы атома водорода. Первое: h равно $6{,}545.10^{-27}$ erg sec. Второе: $1{,}662.10^{-24}$ gr = одна квадриллионная доля $1^1{}_2$ граммов. На том же основании Планк вычислил и электрическую элементарную кванту, и, таким образом, он смог точно определить основные физические постоянные.

Конечно, величина элементарной кванты действия является весьма малой. Для фиолетовых лучей (число их колебаний v = 800 биллионов в секунду), например, элементарная кванта энергии равняется одной двухтриллионной доле килограммометра.

В 1905 году Эйнштейн обобщал теорию квант на световые явления. Он допустил, что элементы энергии играют роль не только при излучении нагретых тел, но и при световом, т.-е.,

что свет также состоит из элементарных квант, при чем последние также равняются hv. С помощью этого допущения Эйнштейну удалось установить закон так называемого фотоэлектрического эффекта, гласящий, что кванта падающего светового луча равна энергии движения освобожденного из поверхности тела электрона плюс работа, потребная для его высвобождения. Согласно этой гипотезе, поверхность тела поглощает hv энергию (одну кванту), при чем поглощенная кванта энергии вырывает один электрон (так наз. фотоэлектрон); hv распадается при этом на две части: одна тратится на работу P, вырывающую электрон из тела, другая же переходит в кинетическую энергию движения электрона, т.-е. $hv = P + \frac{1}{2}mu^2$ (где m—масса электрона и u—его скорость). Волновая теория света не в состоянии объяснить явления вырывания электронов. Но, с другой стороны, отказ от волновой теории и принятие теории Эйнштейна означает громадные трудности в объяснении явления интерференции, преломления, поляризации и дисперсии.

Очевидно, что теория световых квант Эйнштейна является возвращением к Ньютоновой теории истечения света. Свет (и все другие электромагнитные лучи) состоит из отдельных летящих со скоростью c = 300.000 км. sec. квант. Разница между квантовой и эманационной теориями все же громадна, ибо свет содержит в себе бесконечно различные количества энергии в зависимости от величины v — частоты колебания. Беда в том, что понятие v заимствовано из волновой теории света, столь блестяще объясняющей явления интерференции и т. д., между тем как в квантовой теории v как-будто не имеет никакого реального физического смысла. Таким образом, получается невязка. Часть явлений объясняется через волновую теорию, часть же — через теорию Эйнштейна.

Эйнштейну же удалось применить теорию квант и к теории теплоты твердых тел. Закон Дюлонга и Пти высказывает, что так называемая атомная теплота имеет для всех твердых тел одинаковое численное значение: 5,94 калорий [1]). Однако,

[1]) Атомной теплотой физики называют произведение теплоемкости твердых тел на их атомный вес. Теплоемкость или удельная теплота определяется в физике как количество теплоты, которое нужно сообщить 1 грамму вещества, чтобы поднять его температуру на 1 градус.

проверка этого замечательного закона показала в некоторых случаях сильное отклонение опытных результатов (у алмаза, берилия, бора и т. д.) от теоретических выводов закона. При комнатной температуре, например, атомная теплота алмаза составляет не 5,94 кал., а лишь 1,7 кал. При 50° С.—0,7 кал., при 183° С.—только 0,03 кал. Алмаз как-будто является исключением из закона Дюлонга и Пти, утверждающего независимость атомной теплоты от изменения температуры для всех твердых тел. Эйнштейн смог легко объяснить падение атомной теплоты из гипотезы Планка. Теплота твердых тел имеет причиной колебания их атомов. Позже Дебай дополнил теорию Эйнштейна и привел ее к более полному согласию с опытом. Эти результаты совпали с теми выводами, которые Нернст сделал еще в 1906 году. Нернст исследовал поведение твердых тел при низких температурах и нашел, что теплоемкость быстро падает при очень низких температурах. То количество теплоты, которое при комнатной температуре вызывает только едва заметное повышение температуры, при сильном охлаждении тел поднимает ее на много градусов. Количество же теплоты, вызывающее заметное расширение тела при комнатной температуре. почти, вообще, не вызывает увеличения объема при низкой температуре. Понятие температуры теряет свой обыкновенный смысл при низких температурах. Закон Нернста о теплоте представляет собой один из самых замечательных примеров диалектической сущности процессов природы.

Таким образом, оказалось, что теория квант оправдывается в целом ряде областей: в области теплового лучеиспускания (где Планк и открыл ее), в теории фотоэлектрического эффекта и в теории удельной теплоты. Но самую блестящую победу она нашла в совершенно иной области—в теории спектров и электронов. Эти открытия связываются с именем Бора.

Бор исходил из «модели» атома Рёзерфорда. По учению Рёзерфорда, атом состоит из ядра, имеющего положительный заряд, вокруг которого вращаются электроны (отрицательные заряды). Вся масса атома сосредоточена в ядре, которое может

содержать и электроны (кроме ядра водородного). Атом в нейтральном состоянии содержит эквивалентные количества положительного и отрицательного электричества. Положительный заряд эквивалентен сумме отрицательных зарядов всех электронов. Ядро аналогично солнцу, а электроны—планетам. Два элемента (напр., водород и гелий) различаются друг от друга числом положительных зарядов ядра и числом внешних, находящихся вне ядра электронов. Опираясь на эту модель, Фон-ден-Брек и Мозли в 1913 г. открыли, что число внешних электронов в атоме элемента равно порядковому числу этого элемента в периодической системе. Эксперименты Мозли выяснили, что порядковый номер урана 92, и поэтому до урана не может быть больше 92 элементов (кроме изотопов). Он заключил на этом основании, что существует еще 5 не открытых элементов с номерами 43, 61, 75, 85, 87. Атом водорода состоит из положительного ядра, вокруг которого вращается один электрон, в атоме же гелия имеется два внешних электрона (его порядковый номер = 2), и т. д.; наконец, в уране вращаются вокруг ядра 92 электрона.

Еще в 1869 году Кирхгоф и Бунзен открыли, что в спектре элементов появляются характерные для этих элементов линии. В 1885 г. Бальмер установил чрезвычайно важный закон спектра водорода, касающийся числа колебаний ν этих спектральных линий; каждая линия обладает своим значением ν. Формула Бальмера гласит:

$$\frac{\nu}{c} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{k^2}\right)$$ [1],

где c—скорость света, а $k = 3, 4, 5$ и т. д. Для каждого значения k получается по формуле Бальмера определенная линия спектра водорода. R есть постоянная (так наз. постоянная Ридберга, он первый вычислил ее). Для водорода R = 109.677.691.

Для части спектра гелия:

$$\frac{\nu}{c} = 4R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{k^2}\right).$$

---

[1] $\nu\lambda = c$, $\frac{\nu}{c} = \frac{1}{\lambda}$, т.-е. дробь, с числителем 1 и знаменателем, численно выражающим длину волн, так наз. волновое число.

Изложенная выше структура атома объясняет, почему закон Кулона не отличается по своей форме от закона тяготения. Атом построен аналогично вселенной. Если это так, то законы Кеплера должны оставаться в силе и по отношению к атому. Бор впервые допустил круговые орбиты, где скорость вращения постоянна. Пусть m — масса электрона, a — радиус орбиты; mva называют моментом количества движения, оно выражает размер действия (erg. sec) [1]).

Теперь мы перейдем к изложению трех наиболее важных законов Бора.

1. По классической механике следовало бы, что электрон может двигаться по какой угодно (по предположению пока только) круговой орбите, т.-е. *a* (радиус орбиты) имел бы произвольную величину. Однако, Бор, принимая идеи Планка, ограничил число значений *a*. Первый закон поэтому гласит: электрон не может двигаться по орбите произвольного радиуса. Он может двигаться лишь по определенным орбитам: a_1, a_2, a_3 . . . a_n, представляющим собой лишь часть всех возможных по законам механики орбит. Закон, определяющий какую-либо из орбит a_1, a_2, a_3, . . . выражается так:

$$mv_i a_i = \frac{ih}{2\pi}$$

где a_i — любой из радиусов: a_1, a_2, a_3, . . . и V_1 — скорость электрона на этой орбите. В словах это значит, что момент количества движения электрона равняется кратному (i — целое число) числа $\frac{h}{2\pi}$. Из этих орбит a_1, ближайшая к ядру, наиболее устойчива.

Согласно электромагнитной теории Максвелла, колеблющийся электрон излучает энергию, т.-е. часть его энергии движения переходит в лучистую энергию, если он движется с ускорением. По круговой орбите нормальное ускорение было бы $\frac{v^2}{R}$ (R—радиус кривизны орбиты). Электрон, постоянно теряя из своей кинетической энергии (переходящей в лучистую), наконец,

---

[2]) Размер mva или $m\frac{s}{t}a$ равен: $[ML^2T^{-1}]$, т.-е. тот же, как и для h (постоянной Планка).

согласно этой теории, должен был бы остановиться. Это затруднение решается, однако, вторым законом Бора. Согласно последнему, электрон не излучает, когда он движется по одной из орбит a_i (так называемых стационарных орбит). Пусть на a_i орбите ,электрон обладает полной энергией W_i (слагающейся из тяготения, т.-е. потенциальной энергии электрона и ядра и из их кинетической энергии, ибо и ядро и электрон вместе вращаются вокруг центра инерции). Когда электрон вращается по k-орбите (радиус a_k), то вся энергия его равна W_k. Если $k > i$, т.-е. если электрон переходит от более далекой k-орбиты, на более близкую i-орбиту, то

$$m v_k a_k = \frac{k \cdot h}{2\pi},$$

и поэтому $W_k > W_i$. Это значит, что перескакивающий с k-орбиты на i-орбиту, т.-е. приближающийся к ядру электрон теряет энергию $W_k - W_i$. Следовательно, лучеиспускание происходит не при стационарном вращении по одной орбите, а при скачке с одной орбиты на другую, более близкую к ядру.

Третий закон Бора заключается в следующем. Когда электрон перескакивает с k-орбиты на i-орбиту ($k > i$), то потерянная атомом энергия $W_k - W_i$ переходит в одну кванту лучистой энергии. $W_k - W_i = h\nu$. Из этого уравнения получим

$$\nu = \frac{1}{h}(W_k - W_i)$$

или

$$\frac{\nu}{c} = \frac{1}{hc}(W_k - W_i) = n \left(\frac{\nu}{c} \text{ обозначим буквой } n\right).$$

Установив эти формулы, вытекающие из основных гипотез, мы сейчас перейдем к выводам, получаемым путем математических вычислений. Если основы теории правильны, то они должны привести теоретически к результатам, полученным из опыта (формула Бальмера и т. д.). Первая задача состоит в определении численного значения радиусов орбит и скорости движения электронов водорода и гелия. Электрон притягивается ядром по закону Кулона $\frac{Ee}{a_i^2}$ . . . (1), где E—заряд ядра и e—заряд электрона. Выражение (1), согласно Ньютонову определению

силы, должно быть равно произведению массы *m* на нормальное ускорение $\frac{v_i^2}{a_i}$. Получается: $Ee = mv_i^2 a_i$ . . . . (2).

С другой стороны, $mv_i a_i = \frac{h}{2\pi} . i$ (первый закон Бора) . (3).

Из (2) и (3) следует путем элементарных операций:

$$a_i = \frac{h^2}{4\pi^2 m\ Ee} . i^2$$
$$v_i = \frac{2\pi\ Ee}{h} . \frac{1}{i}$$
и . . . . . . (4).

Согласно (4), радиус второй орбиты в 4 раза больше, чем первый, радиус же третьей в 9 раз больше и т. д. Их возрастание идет по квадратам целых чисел.

В виду того, что для водорода $E = e$ (заряд ядра равен заряду электрона), то для первой орбиты водорода ($i = 1$)

$$a_1\ (H) = \frac{h^2}{4\pi^2 me^2}$$ . . . . . . (5) [1].

По предположению, ядро гелия содержит положительный заряд 4e; два внутренних электрона гелия, т.-е, находящиеся внутри ядра, имеют заряд = — 2e, так что заряд ядра E в итоге = 2e.

$$a_1\ (He) = \frac{h^2}{4\pi^2 m\ (2e^2)} = \frac{1}{2}\ a_1\ (H)$$ . . . . . . (6) [2].

Кинетическая энергия электрона равна на *i*-орбите

$$L_i = \frac{1}{2}\ mv_i^2,\ mv_i^2 a_i = Ee,\ \text{поэтому}$$

$$L_i = \frac{1}{2} . \frac{Ee}{a_i}$$ . . . . (7).

Потенциальная энергия P_i на *i*-орбите равна потенциальной энергии при бесконечном удалении электрона от ядра C, т.-е. когда электрон находится вне сферы атома.

$$P_i = C - \frac{eE}{e_i}$$ . . . . . (8).

Вся энергия атома на i-орбите $W_i = L_i + P_i = C - \frac{Ee}{2a_i}$.

[1]) H означает водород.

[2]) He означает гелий.

Сделаем сюда подстановку из уравнения (4) и получим

$$W_i = C - \frac{2\pi^2 m\ e^2 E^2}{h^2 i^2} \quad . \quad (9).$$

Подобное выражение для

$$W_k = C - \frac{2\pi^2 m\ e^2 E^2}{h^2 k^2} \quad . \ . \ . \quad (10).$$

По простому закону Бора

$$n = \frac{1}{hc}(W_k - W_i) \ . \ . \ . \ . \ . \ . \quad (11).$$

Из (9), (10) и (11) следует, что

$$n = \frac{2\pi^2 m\ e^2 E^2}{ch^3}\left(\frac{1}{i^2} - \frac{1}{k^2}\right) \quad (12).$$

Эта формула не соответствует точно экспериментальным результатам, так как предполагает вращение электрона вокруг неподвижного ядра.

Но, как уже было упомянуто, электрон и ядро вместе вращаются около их общего центра инерции с одинаковой угловой скоростью.

Пусть M — масса ядра, т.-е. атомный вес элемента, и m — масса электрона. Тогда

$$n = \frac{2\pi^2 m\ E^2 e^2}{ch^3} \cdot \frac{M}{M+m}\left(\frac{1}{i^2} - \frac{1}{k^2}\right) \quad . \ . \ (13).$$

Для водорода $M = 1$, и $m = \frac{M}{1840}$, для гелия же $M = 4$.

Так как для водорода $E = e$, то поэтому

$$n = \frac{2\pi^2 m\ e^4}{ch^3} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{1840}}\left(\frac{1}{i_2} - \frac{1}{k^2}\right) \quad . \quad (14).$$

Для гелия же $E = 2e$. Отсюда

$$n = \frac{4 \cdot 2\pi^2 m \cdot e^4}{ch^3} \cdot \frac{4}{4 + \frac{1}{1840}}\left(\frac{1}{i^2} - \frac{1}{k^2}\right) \quad . \quad (15).$$

Если пренебречь $\frac{1}{1+\frac{1}{1840}}$ в силу его малости, то $\frac{2\pi^2 m \,.\, e^2}{ch^3}$ должно равняться R (постоянной Ридберга), так как формулы (14) и (15) тождественны с формулой Бальмера. Это тождество является доказательством правильности теории Бора, ибо величина R была известна до теории Бора и получена путем экспериментов. В самом деле,

$$R = \frac{2\pi^2 m \,.\, e^1}{ch^3} = 1{,}096 \,.\, 10^5,$$

т.-е. равно эмпирически найденному значению R [1]) . . . (16)·

Опыт показал, что R для водорода и гелия не тождественны.

Отношение R (He), т.-е. R для гелия и R (H), т.-е. R для водорода

$$\frac{R\ (He)}{R\ (H)} = \frac{1}{1+\frac{1}{1840}} : \frac{1}{1+\frac{1}{1840}} = 1{,}00041,$$

опять число, вполне совпадающее с результатом экспериментов.

Зная значение e, m, h, легко исчислять значение a_1, т.-е. радиуса первой орбиты электрона водорода: a_1 (H)$=0{,}53 \,.\, 10^{-8}$ cm.

Эти удивительные результаты Бора не являются единственными результатами применения теории квант к проблеме строения атома на дальнейшем развитии теории, касающейся структуры спектральных линий. О работах Зоммерфильда, о квантовании орбит электронов (так наз. Feinstructur спектральных линий) мы говорить здесь не будем.

Остается подвести итоги значения теории квант. Эта теория дает точно те же числовые значения для элементарной кванты электричества, для массы атома водорода [2]), массы

[1]) $e = 4{,}774 \,.\, 10^{-10}$ C. G. S, $m = 0{,}9 \,.\, 10^{-27}$ гр., $c = 3 \,.\, 10^{10}$ cm sec^{-1}, $h = 6{,}54 \,.\, 10^{-27}$ erg. sec. Подставляя эти данные в (16), получается для R то значение, которое совпадает со значением, полученным эмпирически.

[2]) Масса атома водорода $1{,}662 \,.\, 10^{-24}$ gr. Чтобы дать представление о малости этой величины, мы заметим, что один квадриллион атомов водорода весит 1,66 gr.

электрона и для постоянной Ридберга, которые получались из опытов. Существует не только один экспериментальный метод исчисления этих констант. Наконец, из формулы для константы Ридберга можно исчислять элементарную кванту действия h, эту знаменитую величину, которая играет столь решающую роль в самых разнообразных областях современной физики (в области термодинамики, оптики и электронной теории).

Одним из самых убедительных доказательств того, что атомы, электроны и элементарная кванта действия в самом деле существуют, а не являются лишь математическими абстракциями, служит именно тот факт, что характерные постоянные атомистики получаются в одних и тех же значениях самыми разнообразными и друг от друга не зависящими методами. Еще удивительнее, что и теоретические вычисления, опирающиеся на теорию, столь радикально отличающуюся от обычного физического миропонимания, от классической физики, приводят к тем же результатам, что и эксперименты, в то время как старая физика стояла в резком противоречии с ними.

* * *

Хвольсон, подводя итоги развития современной физики, перечисляет их в семи пунктах. Мы возьмем из них лишь самые принципиальные.

1. Открыты новые факты (лучи Герца и Рентгена, радиоактивность, изотопы, распад атомов, давление лучистой энергии и т. д.).

2. Атомная и молекулярно-кинетическая гипотезы, гипотеза о структурах кристаллов перешли из состояния гипотезы в категорию действительно доказанных фактов.

3. Расширение и углубление понимания. Введение статистического метода к проблемам атомистики, принцип относительности и коренной перелом, происшедший из применения последнего, напр., слияние весомой и инертной массы, зависимость массы от скорости и т. д.

4. Слияние отделов физики и вытеснение антропоморфизма из естествознания. В старой физике различали механику, акустику, оптику, учение о теплоте, электричестве и магнетизме. Очевидно, что разделение имело в виду явления природы с точки зрения наших органов чувств. Современная физика соединяет

оптику, термодинамику и электродинамику—с одной и механику и акустику—с другой стороны. Постоянные (Планка, Ридберга и Больцмана) проникают во все новые и новые области физики [1]).

5. Теория Больцмана (кинетическая теория газов), теория квант и теория относительности совершенно преобразовали старую физическую картину мира. Значение этих теорий, по-видимому, не ограничивается пределами только физики; они будут стремиться завоевать и другие области естествознания, в первую очередь—химию. Объяснение с помощью электронной теории периодической системы элементов Менделеева является крупным шагом вперед в направлении слияния физики и химии. Теория Бора выясняет природу элементов и констатирует (95), что их слагающие тождественны. Тут, впрочем, остается пока ряд неясностей, касающихся связи между материей и электрическим зарядом. Хвольсон и Хааз—будучи идеалистами—отождествляют их, принимая лишь два мировых агента: положительный и отрицательный электрические заряды.

Не удалось еще придти к общепризнанной теории эфира; попытки же обойтись без эфира являются больше чем сомнительными. Ведь существование двух родов электричества само нуждается в объяснении.

6. Универсальное значение постоянной Планка дает надежду перекинуть мост между механикой и электродинамикой, между явлениями макромеханическими и микромеханическими, между динамическими и статистическими законами.

* * *

Теперь мы перейдем к оценке и к использованию упомянутых результатов с точки зрения диалектического материализма.

Современная физика помогает нам сделать крупный шаг вперед к выяснению и углублению двух основных положений диалектического материализма. Первое касается проблемы соотношения количества и качества, второе — их перехода друг в друга.

---

[1]) В уравнении энтропии, данном Больцманом, $S = k \log P$, $k = \frac{R}{N}$, где R—газовая постоянная и N—число Авогадро.

Проблема количества и качества.

Первый мыслитель, уделивший должное внимание этому большому вопросу, был Гегель. Его гениальные идеи нашли в современном развитии электромеханики удивительное подтверждение.

Из принципиальных положений Гегелевского учения о количестве и качестве мы отметили два: первое из них заключается в утверждении, что качество первично, и что количество является таким моментом бытия, «в котором определенность уже не нераздельна с самым бытием (как у качества. В.), а снята или безразлична» [1]. Напротив, «качество является преимущественно свойством, поскольку оно показывает себя в каком-нибудь внешнем отношении как имманентная определенность».

Вторая мысль Гегеля, получившая поддержку со стороны теории электронов, касается вопроса об отношении прерывности и непрерывности.

«Количество,—говорит Гегель, – является единством непрерывности и прерывности, но оно есть, это единство, прежде всего в форме одного из этих моментов: непрерывности, являющейся результатом диалектики бытия для себя... Количество как таковое есть этот простой результат, поскольку еще не развиты и не положены в нем его моменты—прерывность и непрерывность.

... Оно было определено как снимающее себя отношение к самому себе, как постоянный выход вне себя. Но отталкиваемое есть оно само; поэтому отталкивание есть то, что производит истечение самого себя. Вследствие тождества последнее есть различение, непрерываемая непрерывность; а вследствие выхода вне себя эта непрерывность, не прерываясь, есть множественность, которая также непосредственно остается в своем равенстве с собою самой» [2].

Непрерывность не внешня единице, а присуща ей и основана на ее сущности. Эта внешность непрерывности для еди-

[1]) «Encyklopädie», стр. 119».

[2]) «Wissenschaft der Logik», I, стр. 180»

ницы есть вообще то, на чем основывается атомистика (современная Гегелю, В.). Математика, напротив, отвергает такую метафизику, которая заставляет время происходить из временных точек, пространство вообще и линию в частности—из пространственных точек»[1]... И здесь Гегель цитирует знаменитое решение проблемы прерывности и непрерывности, данное Спинозой в «Этике».

Стремление Гегеля сводится к примирению скачков с непрерывностью. С точки зрения Гегеля прерывность и непрерывность не являются двумя резко оторванными друг от другу видами бытия, а они являются моментами одного и того же бытия. Мы не собираемся здесь повторять общеизвестную точку зрения диалектического материализма на счет решения вопроса о скачках. Энгельс, Плеханов и Ленин дали блестящие анализы этого важнейшего вопроса. Наша задача заключается в выяснении того, какие новые доводы были выдвинуты теорией квант в пользу диалектического взгляда на процессы природы.

Результаты исследований Бора, Зоммерфельда, Эйнштейна и других физиков пролили свет на историю и строение вещества. Первый большой и—с точки зрения формального мышления — поразительный результат этих исследований состоит в том, что химические элементы не существуют вечно, а имеют свою историю. В 1913 г. Содди и Фаянс установили факт преобразования элементов. Оказалось, что отдельные члены так наз. ряда урана (элементы радиоактивные) имеют разную длительность жизни. Так, например, уран I (с атомным весом 238 и с порядковым числом в периодической системе 92) в течение 4,4 миллиарда лет без всякого воздействия извне распадается наполовину, излучая энергию (без всякого воздействия извне); уран II распадается наполовину через два миллиона лет. Другие элементы (радий, радий A, B, C, D, E и т. д.) характеризуются гораздо меньшим сроком распада, некоторые—лишь несколькими минутами.

При современном положении исследований мы не знаем еще, какие причины вызывают произвольный распад элементов. Но мы знаем, в чем он состоит. Распад происходит путем рас-

---

[1]) «Wissenschaft der Logik», I, стр. 181.

щепления ядер. Излучение α и β лучей является результатом распада ядер, и оно объясняет химическое превращение элементов.

Химические элементы отличаются друг от друга не качественным различием их составных частей. Кроме отрицательно заряженных электронов и положительных ядер, никаких других составных частей в атоме не существует. Но спрашивается: откуда берут свое начало химически различные свойства отдельных элементов? Ответ дается электронной теорией. В каждом атоме содержится определенное число электронов и центральное ядро (заключающее в себе, кроме протона, также и электроны). Электроны вращаются вокруг ядер по эллиптическим орбитам. Только число, расположение электронов и заряд ядер решают вопрос о том, какие свойства имеет данный химический элемент. Когда вокруг положительного заряда вращается один отрицательный электрон, то получается водород. При наличии двух электронов, вращающихся вокруг ядра, содержащего положительный заряд 4 е и 2 электрона (—2 е), мы получаем гелий. В атоме неона имеется 10, аргона—18, криптона—36, ксенона—54, эманации радия—86 электронов. Химические свойства элементов определяются, как мы уже сказали, тремя условиями: 1) составом ядер, 2) числом вращающихся электронов и 3) их расположением (напр., электронное кольцо).

Из сказанного как-будто получается вывод, что электронная теория устранила все качественные различия и свела их только к количественным условиям, числу электронов, которые сами не обнаруживают никакого различия в свойствах (по размеру, весу и качеству они тождественны). Но тогда откуда же берутся различия химических элементов? Химические различия сводятся к упомянутым трем условиям, и эти условия, как нам кажется, вовсе не сводимы к количественным отношениям. Условие 3)—порядок и расположение электронов — является не количественным, а именно качественным условием. Если имеется один электрон, то получается водород, если их число два, то получается гелий. Тут как-будто все сводится к количеству электронов. На самом же деле это не так. Наличие двух электронов значит не только увеличение их числа по сравнению с одним электроном в водороде, но и существенное изме-

нение расположения зарядов. Неон, например, содержит десять электронов. Расположение десяти электронов может быть, конечно, весьма разнообразным. Если я имею только два элемента: 1, 2, то и их порядок может быть двоякий: 1, 2 и 2, 1. Десяток элементов и их перемещение дает 10, т.-е. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7, 8. 9. 10 разных форм расположения. Эта идея привела к открытию нового явления—так наз. изотопии. Существуют элементы с разными атомными весами, но обладающие одинаковыми химическими свойствами. Электронная теория дает вполне удовлетворительное объяснение этого явления. Заряд ядра зависит от числа положительных и отрицательных элементарных зарядов. В ядре гелия находится, вероятно, 4 е положительных и 2 е отрицательных элементарных заряда. Заряд ядра поэтому равняется 2 е. Атомный вес же определяется лишь числом положительно заряженных электронов ядра, так как массой отрицательного электрона можно пренебречь по сравнению с массой положительного заряда. Массы положительного и отрицательного электрона водорода относятся друг к другу как 1840 : 1.

Таким образом, оказывается, что вышесказанные условия достаточны для объяснения возникновения качественных различий отдельных химических элементов, несмотря на то, что «кирпичи» их здания одинаковы. Положительные и отрицательные заряды составляют атом, при чем различно не только их число, но и их расположение.

Спрашивается, не являются ли такого рода объяснение чисто количественным? Нам думается, что не является, так как понятие порядка элементов представляет собой не количественное, а качественное условие.

Даже самые числа не являются чисто количественными отношениями; даже они не только являются величинами. Число имеет двоякое значение. Оно может быть количественным или порядковым. Разница эта очень важна. Уже разговорный язык отличает понятие первого, второго и т. д. от понятия одного, двух и т. д. При одном и том же числе, порядок элементов, непрерывная связь между непрерывным количественным изменением е и прерывным качественным изменением фигур хорошо видна. Между эллипсом и параболой нет промежуточных фигур,

может быть весьма многообразным, и это может решить результат. Если в одном городе имеется 100.000 солдат, то для его безопасности совсем не безразлично расположение этих солдат. Степень безопасности будет отличаться при их стратегически правильном расположении от степени безопасности при стратегически неправильном расположении даже в том случае, если все другие условия (орудия, моральное положение и т. д.) одинаковы. Порядковые условия никак нельзя свести к количественным отношениям. Наоборот, понятие двух можно построить на основе понятия второго, но не обратно. Или: из комбинаторики можно вывести арифметику, но нельзя делать обратного вывода. Арифметика занимается такими сочетаниями чисел, при которых различие возможных сочетаний не влияет на результат операции. Это и высказывается т. н. аксиомами арифметики. Например: $a+b=b+a$, или $a+(b+c)=(a+b)+c$.

Принимая существенное различие между порядком и величиной, современная теория квант проливает новый свет и на проблему скачков. Переход от одного порядка к другому не может произойти непрерывно. Между двумя порядками А и В нет промежуточных звеньев (т.-е. других видов порядка), могущих обусловливать непрерывный переход от А к В. Между эллипсом и параболой нет промежуточных фигур. Фигуры обусловливают качества, ибо они зависят именно от порядка элементов. (Тут надо иметь в виду, что аналитическая геометрия,—т.-е. арифметизация геометрии, — уже предполагает синтетическую геометрию).

Связь между количеством и качеством, если ее иллюстрировать на примере аналитической геометрии, представляется следующим образом. В целях наглядности возьмем переход эллипса к параболе. Общее уравнение эллипса, гиперболы и параболы, как известно, имеет следующую форму:

$r = \frac{p}{1+e\cos\varphi}$, где e — эксцентриситет $= \frac{c}{a}$, где c—расстояние фокуса от центра, a — половина большой оси. Для эллипса

$$e < 1, \text{ для параболы } e = 1.$$

Следовательно, если e непрерывно приближается к единице, эллипс непрерывно переходит в параболу. В этом случае

т.-е. при приближении е к единице эллипс переходит в параболу, не проходя через промежуточные формы. Объяснение этого факта состоит в том, что переход из одного расположения в другое возможен только посредством скачка. При случае эллипса закон расположения точек подчиняется формуле:

$$r_1 + r_2 = 2a \; (r_1,\ r_2\text{—радиусы векторы}),\text{—}$$

при параболе же — $r = x + \frac{p}{2}$ (p_2—абсцисса конечного фокуса).

Никак нельзя установить промежуточных расположений между этими двумя фигурами.

Таким образом, в этом случае ясно, что смысл количественного и качественного изменения сводится к основному различию между числом элементов и их порядком (расположением), при чем количественное изменение может произойти непрерывно, качественное же в данном случае —только путем скачка из одного порядка элементов к другому, ближайшему к нему расположению.

Подчиняется ли превращение элементов физически этому же закону, пока неизвестно. Решение этого вопроса может дать только дальнейшее развитие теории электронов.

Прерывность перехода от одного расположения к другому объясняет возможность скачков, но не дает ответа на то, почему такой переход существует в действительности. Электронная теория еще молода. Надеемся, что и этот вопрос будет современем решен удовлетворительно.

Остается немало трудностей и помимо сказанного. Но никто не может отрицать, что теория квант некоторые основные положения диалектического материализма представила в новом, неожиданном и ярком свете. Эта теория представляет собой крупную победу и может служить лишним доказательством истинности диалектического материализма.

---

[1]) У Гегеля, как мне кажется. и в этом вопросе была правильная мысль, но он, повидимому, все же колебался и не сказал окончательного слова. См. «Wissenschaft der Logik», стр. 101. Надо подчеркнуть еще, что когда мы говорим о скачке в переходе от одного качества к другому, например, от эллипса к параболе, то скачок этот не касается непрерывности количественного изменения перехода. Когда один из фокусов эллипса постоянно удаляется в бесконечность, получается

Выводы.

Допущение реального значения вероятности на ряду и равноправно с причинностью опирается на гипотезу непрерывного течения процессов природы. Вот как определяет значение непрерывности Анри Пуанкарэ, один из самых выдающихся работников в области теории вероятностей: «Для того, чтобы применять теорию вероятностей, и даже чтобы эта теория имела смысл, необходимо допустить, в качестве исходного пункта, гипотезу или условие, представляющее собой всегда определенную степень произвола. В выборе этого условия мы не можем руководствоваться другим принципом, кроме принципа достаточного основания... Форма, в которой мы чаще всего встречали его, это доверие к непрерывности, доверие, которое трудно было бы мотивировать посредством аподиктического доказательства; но без допущения непрерывности вся наука стала бы невозможной» [1]).

Однако, не трудно видеть, что на основе непрерывности нет возможности сблизить динамическую и статистическую закономерности. Динамика материальной точки основывается на предположении непрерывности механических процессов. Если же и молекулярная статистика исходит из того же принципа, то дуализм неустраним. Неустраним именно потому, что теория вероятности—этот главный способ исследования статистики,— несовместим с концепцией непрерывности [2]). Однако, блестящие результаты современной молекулярной статистики и теории

---

[1]) H. Poincaré: «La science et l'hypothèse», стр. 243—244. Подчеркнуто мною. А. В.

[2]) То, что теория вероятности не базируется на идее непрерывности, хорошо выяснено в известном сочинении Czuber'a «Wahrscheinlichkeits rechnung» (I Band. 1908). «Эта предпосылка (непрерывность),—говорит, например, Czuber,—конечно, не соответствует действительности; ибо последняя исключает в каждом отдельном случае, что величина ошибки x может быть рассматриваема как непрерывная переменная» (S. 251). Для него это касается не только теории ошибок, но и всех проблем теории вероятностей. Сомнения могут возникнуть только на счет геометрических вероятностей.

квант свидетельствуют о том, что мировые процессы происходят прерывно, или, по крайней мере, не все процессы происходят непрерывно.

В виду этого основного положения мы считаем возможным устранить упомянутый дуализм, разделяющий области физических дисциплин.

Принципы их соединения сводятся, на наш взгляд, к следующему:

1. Априорная вероятность исходит из того предположения, что события, ожидаемые по теории вероятности, не зависят друг от друга и не зависят от их прежней истории. Сколько раз бы ни пали кости на номер 1, вероятность следующего падения на этот номер остается $1/_6$. В действительности же события не независимы друг от друга. Каждое событие оставляет за собой неизгладимый след, влияющий на следующие события того же вида.

2. Второе основное предположение априоризма в области вероятности заключается в том, что рассматриваемая система является замкнутой, в которую не вторгаются никакие внешние влияния. Однако, таких систем в природе нет.

3. В качестве логической несостоятельности вероятностного априоризма нужно отметить смешение его сторонниками двух видов умозаключений: выведения и следования.

4. В качестве физико-теоретического недостатка мы указываем на отсутствие объяснения равномерного распределения событий или так называемого элементарного беспорядка.

Возьмем их по пунктам: 1) Если при бросании костей № 1 вышел сряду десять раз, то вероятность, что он выйдет и на одиннадцатый раз, по теории вероятности, не меньше, чем то, что выйдет № 2, ибо обе вероятности равны $1/_6$. Однако, это правильное умозаключение в действительности может не оправдаться вследствие изменения конфигурации самих костей. Что такое изменение конфигурации не дает себя чувствовать за десять бросаний, не важно, ибо дело не в этом. После достаточного количества бросаний такое изменение все же обнаруживается.

2) О втором пункте, нам думается, нечего говорить. Никто не будет оспаривать, что нет абсолютно изолированных систем [1]).

3) Формально-логически все умозаключения распадаются на две категории. Если мы из аксиомы о параллельных линиях умозаключаем, что сумма углов треугольника равна 2 R, это можно назвать следованием. Следование—это умозаключение от основания к следствию. Но мы можем умозаключать и обратно. Умозаключение от следствия к причине есть такой обратный процесс. В этом случае вступает в силу то, что мы сказали по поводу третьего пункта. Однако, это различие двух видов умозаключений коренится не в природе самых вещей, а в фактических трудностях исследования. Очевидно, что теория вероятностей играет свою роль в области естествознания вообще и в молекулярном учении в частности именно как орудие открытия законов, т.-е. как исследование причин эмпирических явлений.

Классическим примером плодотворности применения исчисления вероятности является второй закон термодинамики в формулировке Больцмана. Согласно этому закону, система переходит из менее вероятного состояния в более вероятное. Ошибочно было бы предполагать, что это «стремление» к более вероятному состоянию является причиной изменения состояния. Закон утверждает лишь то положение, что система в целом развивается в направлении уравнения напряжений, т.-е. имеющегося в ней различия уровней энергии. Но он ничего не говорит о состоянии малых частей той же системы. В таких

[1]) Необходимо заметить, что теория вероятности ставит иногда и такой вопрос: может ли одна и та же (предполагаемая за известное время постоянной) система вызывать разные следствия? Противоречит ли подобное утверждение принципу причинности? Нам думается, что противоречит. Если причина А один раз вызывает явление В, другой раз — явление С, то надо полагать, что в последнем случае произошло изменение в составе А. Недоразумение возникает, может быть, из-за того факта, что одно и то же явление может быть результатом разных причин. Если нам дана определенная сила Р, являющаяся результантой двух сил, то теоретически возможно бесконечно много компонентов, результантой которых она может служить. Однако, раз даны две системы, их результанта однозначно определена.

малых объемах может происходить уже в течение краткого промежутка времени и обратный процесс, т.-е. процесс возрастания напряжения. Из этого вытекает то следствие, что обратимость процессов, захватывающих большой круг материальных элементов вселенной, отличается от обратимости такого же процесса в малом масштабе лишь тем, что первая требует гораздо большего времени, чем последняя.

Окончательный вывод из такого положения заключается в том, что процессы природы все обратимы, и за космологические периоды они на самом деле обращаются. Иначе не было бы возможно возникновение новых звездных систем. Казалось бы, что этот аргумент не принудителен. Второй закон не является обязательно единственным принципом становления и разрушения. Возможно, что, помимо второго начала термодинамики, действуют еще и другие законы и действуют именно в смысле противодействия второму. Зачатки такого закона мы уже знаем. Это—закон Нернста.

Если бы дело обстояло так, то из этого вытекало бы важнейшее следствие. А именно, что согласно второму началу, помимо так наз. наиболее вероятного состояния, нет других реальных направлений в мировых процессах. Между микромеханическими и макромеханическими процессами нет непрерывного перехода, а имеется скачок. Иными словами, из первых нельзя прямо умозаключать к последним. Иначе формулируя, можно было бы сказать, что закон больших чисел является не вероятным, а абсолютно точным законом, ибо мы на самом деле не знаем исключений из него, если только число участвующих элементов достаточно велико.

Затруднение для тех, кто мыслит исключительно по принципу непрерывности, состоит в том, что мы не знаем эмпирически точной грани, где начинает господствовать закон больших чисел. Предположим, что он действителен, с большим приближением, для тех случаев, где число атомов или молекул превышает $10^{10^{10}}$. Спрашивается, однако, как будет в том случае, если число элементов равно $10^{10^{10}}-1$? Несмотря на то, что мы не знаем этого числа (может быть, что оно для различных систем не одинаково; $10^{10^{10}}$ мы брали произвольно), все же надо

полагать, что оно само по себе точно определено и не знает колебания. Это значит, что, скажем, для меньшего, чем один процент, отклонения, число необходимых элементов представляет собой вполне определенную величину.

4) Однако, надо сказать, что все сказанное выше не подтверждается исследованиями молекулярной статистики (см. статью т. Тимирязева: «Диалектика природы» Энгельса и современная физика).

В качестве главного аргумента в пользу единства физической картины мира, т.-е. закона больших чисел (или, специально, второго начала термодинамики) и законов динамики мы выдвигаем следующее.

Противоречие между динамической, т.-е. точной, и статистической, т.-е. только вероятной закономерностью состоит в ошибочном противопоставлении непрерывных (аналитических) функций—с одной стороны и прерывных, действительных процессов—с другой. Периодичность (обратимость) механических процессов предполагает их непрерывное изменение. В этом не может быть ни малейшего сомнения [1]). Иначе обстоит дело с процессами молекулярной .статистики и лучеиспускания. Здесь все говорит за то, что процессы поглощения и эмиссии или, по крайней мере, один из них, происходят элементарными, весьма малыми, но все же конечными квантами действия. Мы познаем в опыте лишь результат последних, а не их по отдельности. Благодаря последнему возникла идея вероятности их течения. В результате же получился дуализм.

Противоречие снимется, если мы станем на ту точку зрения, что в природе нет чисто механических процессов, т.-е. таких процессов, где, кроме изменения мест молекулярных систем, никакого другого процесса не происходит, т.-е. не происходит превращения механической энергии в другие формы. Механическое явление в чистом виде есть хотя и необходимая, но все же абстракция, выделение того, что само по себе отдельно не существует.

---

[1]) Само собой разумеется, что здесь под непрерывностью мы понимаем то определение, которое дает математика. Насколько оно безупречно, это другой вопрос

Возьмем пример опять из области азартных игр. Никакой крупье не в состоянии предвидеть, куда падет шарик, на красное или черное. Так как число делений красного и черного одинаково, то и вероятность падения на красное или на черное будет равна $1/2$. Однако, всегда выйдет или то, или другое, в случае же большого числа игр—их распределение будет одинаково. Предположим, что импульс руки крупье, заставляющий шарик вращаться, равен J. Предположим, что этот импульс заставляет шарик совершить n вращений $+ 5/37$ полного вращения и падет на красное. Если же крупье вместо импульса J даст $J + \triangle J$ (при чем $\triangle J$ меньше, чем он мог бы контролировать заранее), то шарик сделает уже $6/37$ круга сверх n полных вращений и падет на черное. Пока импульс растет от J до $J + \triangle J$, шарик может двигаться лишь от начала $6/37$ части до ее конца. Если же крупье даст шарику импульс $J + \triangle J + (0, \triangle J)$ [1]), то шарик остается в своем движении всегда в $7/37$ части рулетки. $\triangle J$ при этом так мало, что $37 \triangle J$ импульс лежит за порогом ощущения.

Спрашивается, детерминировано ли то, что случится? Я думаю, — детерминировано, но только вызывающие ее причины $\triangle J$ не поддаются нашему контролю.

Предположим, что шарик вернется не вследствие бросания, а вследствие давления лучей, т.-е. поддается прерывному процессу давления в течение некоторого времени. И предположим дальше, что каждый импульс со стороны лучей представляет собой $\triangle J$ величину. Процесс вращения будет происходить быстро повторяющимися отдельными толчками. Таким образом, мы получим уже не всевозможные числовые значения импульса J, т.-е. все значения непрерывного промежутка $J_2 - J_1$, а лишь некоторые «привилегированные» из них, именно те, которые являются кратными $\triangle J$. Этим кратным числам соответствует или красное или черное пятно. Иными словами, из атомистической структуры и из реальности элементарного кванта действия следуют уже не всевозможные значения данной аналитической функции, а только определенные, и последние будут всегда кратными некоторого элементарного кванта. Если,

---

1) $(0. \triangle J)$ обозначает промежуток, внутри которого импульс может возрастать.

наконец, каждому элементарному импульсу $\triangle J$ будет всегда соответствовать одинаковый элемент движения (в данном случае рулетка разделена на одинаковые квадраты красного и черного), то мы будем истолковывать это соответствие как равномерное распределение случаев и в виду малости $\triangle J$ считаем J макромеханическим явлением, т.-е. $J = \sum_{1}^{n} \triangle J$ представляет собой огромное число элементарных импульсов, и если мы повторяем наш опыт N раз, то $NJ = \sum_{1}^{N} \sum_{1}^{n} \triangle J$ будет представлять—a fortiori—статистически большое число.

Распределение на отдельные полосы возможно только при предположении, что последние хотя и не оторваны друг от друга, все же они имеют свою грань, и что переход от одной полосы к другой предполагает увеличение на кратное число независимой переменной, являющейся не абстрактно математической величиной, а реальной причиной изменения.

Не разрешен еще один важный вопрос: почему осуществляется в опыте так называемая наибольшая вероятность только при большом числе этих опытов или при условии огромного числа участвующих в наблюдаемом процессе частиц?

Физика для объяснения этого факта исходит из гипотезы так наз. элементарного беспорядка. При наличии огромного числа весьма малых элементов, стоящих друг от друга, по сравнению с их величиной, очень далеко, можно пренебречь их взаимным влиянием (их действием на расстоянии). Однако, их расстояние не постоянно. Молекулы совершают большое количество столкновений, а этому предшествует их приближение, когда действующая между ними сила притяжения возрастает и становится величиной того же порядка, как линейные измерения самих молекул. Ясно, с другой стороны, что сумма времени всех столкновений все же мала по сравнению с временем их прямолинейного движения до и после толчков. Таким обра-

зом, мы имеем дело с тремя разными степенями величин времени. Мы можем определить время наблюдения всего процесса, как конечную величину первого порядка; время же, затраченное молекулой на путь от одного столкновения до другого, — как конечную величину второго порядка; наконец, время самого столкновения, — как конечную величину третьего порядка. Они заменяют, как это сразу ясно, старый взгляд на отношение конечной переменной величины к ее первому и второму дифференциалу. То же самое относится и к отношению всего пути, проделанного молекулой, скажем, за секунду, к пути между двумя столкновениями и к их расстоянию, в случае такого их сближения, что их взаимодействием уже нельзя пренебречь, если мы вместо средних явлений стали бы (если бы могли) исследовать их с точки зрения динамики материальной точки.

Когда мы исследуем поведение частиц в малом объеме, то мы можем наблюдать весьма значительное отклонение от среднего состояния. Частицы вследствие столкновений постоянно изменяют свою скорость. Второй закон термодинамики говорит о том, что эти отклонения при большом числе частиц уравновешивают друг друга. Переход от состояний малого объема к состояниям большого, чисто «логически», т.-е. без гипотезы, опирающейся на опыт, невозможен. В этом и состоит сущность второго закона термодинамики.

Здесь, следовательно, имеется скачок, при чем один из самых элементарных скачков.

Должен ли диалектический материализм удовлетворяться простым констатированьем этого скачка? Мы думаем, что нет. Необходимо объяснить его. *Объяснить, однако, вовсе не значит силлогистически дедуцировать его по законам классической механики из того, что мы знаем о поведении частиц в малом объеме.*

Не диалектичным (и не материалистичным) было бы довольствоваться пониманием молекулярного процесса на основе явлений, происходящих при движении больших тел. В этом случае вся физика свелась бы к механике. Но опыт показывает, что этот путь не ведет к цели, если иметь в виду чуждое старой механике понятие вероятности. Ибо в таком случае нужно было бы распространить это понятие и на механику,

а это разрушило бы старую механику. В этом случае не понятие вероятностного правила растворилось бы в понятии обобщенной необходимой закономерности, а обратно.

Остается противоположный путь. Исходя из общей скорости элементов системы по отношении друг к другу, мы можем разложить эту скорость на огромное число компонентов так, что, как бы ни различались последние друг от друга, их арифметическая средняя осталась бы приблизительно одной и той же. И этот способ анализа является тем больше реальным, что наблюдать в отдельности скорости всех частиц мы все равно не можем. В пользу нашего предположения можно указать на то обстоятельство, что определение средней скорости происходит, конечно, не при помощи вычисления арифметической средней величины скоростей разных молекул, а посредством реального измерения давления газа на стенки и его плотности.

Как известно, давление $p = \frac{1}{3} m N . G^2$ (G — средняя скорость, m — масса частицы, N — их число в объеме единицы), т.-е. $mN = \varsigma$ есть плотность газа.

Следовательно,

$$p = \frac{1}{3} \varsigma G^2$$

и отсюда $G = \sqrt{\frac{3p}{\varsigma}}$, где как p, так и ς являются измеримыми, т.-е. макромеханическими величинами.

Закон этот допускает отклонения значений G в малых объемах и вполне поддается методу классической механики. Однако, нам кажется, что уже одно предположение средней скорости заключает в себе допущение, что процесс в замкнутой системе молекул в огромном большинстве стремится именно к этой же G, хотя в точности она, может быть, никогда и не осуществляется, и ее осуществление в элементе объема сразу же снова нарушается.

Словом, статистическая точка зрения уже лежит в основе всех этих рассуждений. Она служит исходным пунктом, и микромеханические отклонения от предписанного вторым началом термодинамики направления не противоречат ему, а наряду с фактом постоянного столкновения частиц—с одной стороны и существующей между ними силы притяжения (как бы она ни

была мала) — с другой следуют из него. Точнее, микромеханические отклонения от среднего значения **не следуют** из закона термодинамики, а **содержатся** в нем. Закон энтропии высказывает именно определенное направление изменения скорости частиц, ведущее к динамическому равновесию движущихся частиц. Таким образом, как нам кажется, закон больших чисел (мы говорили здесь об одном частном случае его: о втором начале) лежит в основе всех вероятностных рассуждений.

Традиционный путь исследования начинает с абстрактного и строит синтетически. Диалектический метод исходит из целого, из конкретного, разлагает его на элементы и опять создает его из элементов, т.-е. поступает как аналитически, так и синтетически.

Вся история математики и физики подтверждает этот взгляд. Понятие числа охватывало первоначально целые числа; потом открыли дроби, и ряд целых чисел вошел в множество правильных дробей. Наконец, математики пришли к иррациональным и комплексным числам, но так, что каждый новый этап представлял обобщение старой концепции, обнимающей предыдущую. Из рациональных дробей никак нельзя «вывести» иррациональные, об этом свидетельствует аксиома Дедекинда. Правда, она является не единственным способом перехода к иррациональному числу. Но и другие определения, например, что иррациональное число представляет собой бесконечное множество рациональных, не есть выведение иррационального из рационального: математики, с самого начала, исходят из концепции **бесконечного ряда** целых чисел. Отдельные рациональные числа существуют одновременно с их совокупностью и не раньше. Только наш способ синтеза, протекающий в этапах, т.-е. последовательно, может вызывать такую иллюзию, будто совокупность рациональных чисел имеет место лишь после того, как мы их собрали.

Диалектический метод поэтому отличается от недиалектического уже в этом сравнительно простом фазисе двумя особенностями:

1. Он не **выводит** формально логически сложного из простого, т.-е., яснее, более конкретное из более абстрактного,

а для него этот способ является лишь одним из моментов исследования. Он разлагает, анализирует, а потом снова соединяет воедино (но не просто слагает) то, что он разложил. В вершине стоит не самое абстрактное положение данной системы, а самое конкретное. В этой операции не остается уже ничего мистичного, ибо здесь из данного положения следует лишь то, что в нем действительно имеется, а не то, чего в нем нет. Основная аксиома теории дедукции заключается в строгом различении между содержанием данного положения и всеми следствиями его. Однако, это различие в такой абстрактной форме ведет к мистификации дедукции. В заключении будто получается нечто, чего в предпосылках нет. В понятии равностороннего треугольника не заключается, что этот вид треугольников имеет равные углы; последнее не содержится, а лишь следует из этого понятия. Это верно. Но, хотя понятие обладания равными углами не содержится в понятии равностороннего треугольника, самое это отношение (равные углы, а не их понятие) содержится в равностороннем треугольнике. Об этой простой истине логисты как бы забывали. Словом, вывести из одного понятия другое возможно лишь в том случае, если объекты второго понятия связаны (как части, свойства или отношения) с объектом первого понятия. Более точно можно было выразить отношение дедукции к действительности так. Формы дедукции (например, $a > b$, $b > c$, следов. $a > c$) сами не представляют собой дедукции. Они суть постулаты зависимости свойств и отношений предметов. Они высказывают основные принципы причинной связи, т.-е. эмпирические истины. Только применение этих дедуктивных форм представляет собой дедукцию, но сами эти формы вовсе не являются результатами дедукции.

2. Вторая основная отличительная черта материалистической диалектики касается обоюдной связи составных элементов данного предмета (а в том числе и его понятия). Без выяснения природы этой связи нет диалектики. Поэтому исследование, имеющее в виду лишь то, что мы указали в первом пункте, еще далеко не есть диалектика (математики и физики по большей части поступают именно по указанию только первого

пункта). Диалектика утверждает, что основные категории любой области явлений (не только наши понятия о них, но и самые эти отношения, называемые категориями) стоят, с точки зрения формальной логики, в противоречии друг с другом, или, выражаясь точнее, их совместимость исключается принципом противоречия (по крайней мере по традиционному его истолкованию). Если мы утверждаем, что

$$\lim_{n \to \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n = e = 2{,}718281...,$$

то это положение нарушает принцип противоречия, или последний не имеет для этих равенств значения, ибо он утверждает, что два контрадикторных положения не могут быть вместе правильны, здесь же речь идет не о двух предложениях, а о бесконечном их числе. Иными словами вполне правомерным является вопрос, сохраняет ли свое значение принцип противоречия, и вообще формальная логика в случае анализа не предложений, а функций.

Однако, e представляет собой вполне определенное число, между тем как ни одно из значений $\left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$, все равно для какой угодно n, не будет равно e. Или

$$\frac{\pi}{4} = 1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \frac{1}{9} - ...$$

Никакое сложение конечного числа членов не даст $\frac{\pi}{4}$, хотя $\frac{\pi}{4}$ — вполне определенное число, и представляет собой части дуги круга.

Дело в том, что принцип противоречия говорит о двух контрадикторных предложениях. А здесь речь идет не о двух, а о неограниченном количестве предложений, из которых ни одно не равно e, но каждое последующее стоит ближе к e, чем предыдущее, не будучи, однако, равным e. В этом и заключается действительное значение рядов указанного типа (если только мы не занимаемся вместо теоретической мате-

матики—математикой приближения, которая вполне достаточна для технических целей). Принцип противоречия в этом случае, т.-е. когда члены ряда не достигают своего предела, не при чем. Данный случай не субсумируется принципом противоречия [1]). Однако, как известно, разложения элементарных функций в ряды указывают на рассмотренный нами случай.

Что не только в области анализа заключается диалектика, но и уже в области арифметики переменных величин, об этом говорит теория отрицательных и рациональных чисел. Однако, мы хотели дать лишь некоторые примеры правильности нашего утверждения, хотя роль понятия предела является основной во всей высшей математике.

Возвращаясь к нашей проблеме, мы можем указать еще одно следствие, при чем принципиального значения.

Мы постарались доказать, что не молекулярная статистика и термодинамика сводятся к классической механике, а наоборот. Обратимость процессов не является исключительным достоянием механики. Необходимость представляет собой лишь обращение через неизмеримо большой промежуток времени. При этом оба процесса выражаются одними и теми законами, только с тем различием, что время периода в случае обратимых процессов мало, в случае же необратимых—большое. Если наши рассуждения окажутся правильными, то из них получится следующий вывод. Механические процессы обратимы, и их течение поэтому периодично. Обобщая их на молекулярные процессы в их сово-

---

[1]) Во избежание недоразумения я должен отметить, что данный способ преодоления принципа противоречия в тех областях математики, в которых понятие предела не устраняемо, не является единственным приемом его преодоления. Дальше, и в области анализа бесконечно-малых наше рассуждение имеет силу лишь в том случае, если предел стремящимися к нему величинами не достигается.

В областях, где математический анализ не играет решающей роли, преодоление принципа противоречия совершается иначе. Ведь даже в области анализа наш метод не является общим. Мы в этой статье ограничиваемся лишь выяснением роли, точнее—отсутствия роли принципа противоречия только относительно понятия предела, в том случае, когда предел бесконечного ряда не является элементом ряда. Принципиальное значение этого случая заключается в том, что определение предела не требует того, чтобы ряд его достиг, чтобы предел стал его членом.

купности (т.-е. на случай большего числа элементов), мы получаем, что последние тоже обратимы. Разница заключается только в различии длительности периода. Что в малом объеме может повторяться в каждую секунду, то в большом объеме повторится только через миллионы лет. Если же мы в состоянии определить еще и связь между отдельными элементами (например, их взаимное притяжение), то получим законы так называемых обратимых процессов. Конечно, это нам возможно лишь в случае небольшого числа тел. Второе начало становилось бы динамическим принципом, если бы мы могли то же самое делать в отношении любого числа тел. Уничтожился бы скачок между динамическими и статистическими закономерностями в этом воображаемом случае исчерпывающего познания? Нет, не уничтожился бы! Выяснение перехода из одной области явлений в другую (из области обратимых процессов в область необратимых) вовсе не значит, что скачок оказался иллюзорным вследствие лишь нашего неведения. Необратимые процессы согласно учению о молекулярной статистике обнаруживаются как обратимые, но обратимые через биллионы лет, т.-е. через такой огромный промежуток времени, по сравнению с которым длительность жизни нашей солнечной системы представляет собой один день. Поэтому во всех рассуждениях земных и даже планетарных событий второе начало термодинамики означает вполне точный закон, достоверность которого вполне годится для всякого, даже наиболее точного математического исследования без риска, что мы когда-нибудь натолкнемся на противоречие с ним. Таким образом, величина времени играет решающую роль в вопросах обратимости и необратимости. Истечение космологически огромного количества времени заставит процессы протекать в обратном направлении. Следовательно, противоречие между обратимостью и необратимостью снимается, диалектически решается. При этом не надо забыть и о том, что мы в настоящее время вовсе не знаем, не действует ли еще какой-нибудь другой закон, который ускоряет скорость процесса обращения. Если законы статистики действительно включают в себя принципы динамики (т.-е. законы обратимости), то из этого следует, что законы природы представляют собой указание

на определенное направление процессов, при чем они содержат в себе и законы обратимости в качестве частного случая (т.-е. обратимости через сравнительно небольшой промежуток времени,) или что они суть законы развития вселенной, что они суть исторические законы, законы истории вселенной. В этом случае исчезнет пропасть между природой и обществом, а оправдается их диалектическое единство [1]), и все закономерности, безразлично, какой бы то ни было области наук, будут характеризовать или историю природы, или историю общества.

Что именно таково было мнение Маркса и Энгельса, в этом не трудно убедиться тому, кто читал их сочинение о Фейербахе [2]).

---

[1]) Само собой разумеется, что изучаемый нами скачок не представляет собой единственного ни вообще, ни в области естествознания в частности.

[2]) См. I том «Архива Маркса и Энгельса».

И. Орлов.

Механика и диалектика в естествознании.

I. Энгельс и естествоиспытатели.

В «Анти-Дюринге» и «Людвиге Фейербахе» Энгельс дает общее теоретическое обоснование диалектического метода в естествознании. В «Диалектике природы» мы находим богатый фактический материал, где Энгельс на конкретных примерах показывает применение материалистической диалектики. В этой книге диалектический материализм характерным для него способом дает оценку наиболее выдающимся трудам выдающихся естествоиспытателей. Тем и ценна «Диалектика природы», что она конкретизирует вопрос и показывает диалектический метод в его практическом применении в области естествознания. И можно сказать, что «Диалектика природы» появилась на свет после долгого пребывания под спудом именно в тот момент, когда в ней чувствовалась наибольшая потребность. Как должен естественник-материалист подходить к фактам естествознания и к естественно-научным теориям? Острая критика Энгельса, вскрывающая укоренившиеся предрассудки и не стесняющаяся никакими общепризнанными теориями и крупными именами, дает достаточно материала в ответ на поставленный вопрос.

Мы рассмотрим здесь один из основных вопросов, поставленных Энгельсом: о взаимоотношении механики и диалектики в процессе исследования природы. Через всю книгу Энгельса проходит красной нитью борьба против «механического» естествознания, против теорий, которые думают исчерпать качественное многообразие природы при помощи относительно небольшого числа постулатов механики.

Однако, наряду с этим мы находим у Энгельса следующую особенность, которая была уже отмечена тов. А. К. Тимирязе-

вым [1]): несмотря на борьбу с «механическим» естествознанием, Энгельс повсюду приветствует, как весьма важное и прогрессивное явление в науке, всякое фактически проведенное или только ожидаемое сведение законов природы к законам механического движения.

Так, Энгельс называл «триумфом физики» механическую теорию тепла; он приветствовал механические модели электромагнитных явлений Максвелла, как весьма крупный шаг вперед; говорил о необходимости механики эфира и т. д.

Таким образом, Энгельса нельзя упрекнуть в одностороннем отрицании значения механических концепций в естествознании. При чтении «Диалектики природы» становится очевидным, что Энгельс ясно понимал как огромное, прогрессивное значение мышления посредством механических моделей, так и недостаточность, относительность, ограниченность подобного метода. Энгельс резко критикует механистический взгляд на природу, когда последний пытается выступить в качестве универсального метода; но он признает его ценность в качестве методического приема при изучении физических, химических и биологических явлений.

Замечания Энгельса в «Диалектике природы» представляют собою по большей части непосредственный отклик на те или иные работы естествоиспытателей, их философскую оценку. Для надлежащего понимания замечаний Энгельса необходимо иметь в виду важную особенность диалектического метода, выясненную в «Анти-Дюринге» и «Фейербахе», а также в комментариях Плеханова к сочинениям Энгельса. Не существует абстрактных «истин в конечной инстанции». Нельзя увлекаться отвлеченным или-или; необходимо держаться конкретной почвы. Определенное суждение обусловлено обстоятельствами места и времени и произносится об определенном факте после того, как рассмотрены все обстоятельства, от которых этот факт зависит. При этом произнесенное суждение об определенном факте не может быть рассматриваемо в качестве абстрактной истины. Если не иметь этого в виду, то легко понять Энгельса неправильно, принимая его замечания в абстрактном смысле. Напри-

[1]) «Диалектика природы» Энгельса и современная физика»—«Воинств. Материалист», кн. V.

мер, двум различным естественно-научным теориям даются определенные оценки, вытекающие из единого диалектического метода; но если понять эти оценки в абстрактном смысле, то они могут оказаться в противоречии друг с другом. Отсюда может быть сделан вывод: мировоззрение Энгельса изменилось, его взгляд на природу эволюционировал. Таким образом, абсолютизация замечаний Энгельса приводит к выводу об эволюции его взглядов—выводу совершенно неверному и необоснованному. Ближайшее рассмотрение показывает, что в книге Энгельса отразилась эволюция естествознания, но не эволюция диалектического метода.

Точно так же мы не менее исказили бы Энгельса, если бы его замечания, характеризующие состояние естествознания в определенный исторический момент, или даже характеризующие определенную теорию,—мы приняли бы за абстрактную истину, определяющую на вечные времена научный метод.

Приведем несколько конкретных примеров.

«Causa finalis—материя и присущее ей движение. Эта материя—вовсе не абстракция. Уже на солнце отдельные вещества диссоциированы и неразличимы по своему действию. Но, хотя в газовом шаре туманного пятна все вещества и существуют раздельно, они растворяются в чистой материи, как таковой, действуя только как материя, а не согласно своим специфическим свойствам» [1]).

В другом месте Энгельс высказывается иначе:

«Материя, как таковая,—это чистое создание мысли и абстракция. Подводя вещи, рассматриваемые нами как телесно существующие, под понятие материи, мы отвлекаемся от всех качественных различий в них. Поэтому материя как таковая, в отличие от определенных существующих материй, не является чем-то чувственно существующим. Естествознание, стремящееся отыскать единую материю как таковую, стремящееся свести качественные различия к чисто количественным различиям состава тождественных мельчайших частиц, поступает так, как оно поступало бы, если бы вместо вишен, груш, яблок оно искало плод как таковой, вместо кошек, собак, овец и т. д.

[1]) «Архив Маркса и Энгельса», т. II, стр. 9.

искало млекопитающее как таковое, газ как таковой, металл как таковой, камень как таковой, химическое соединение как таковое, движение как таковое» [1]).

Спрашивается, противоречит ли себе Энгельс? Изменились ли его взгляды? На эти вопросы можно ответить только отрицательно. В этих замечаниях надо видеть то, что в них есть: не абстрактные истины в конечной инстанции, над которыми смеялся Энгельс, а конкретные замечания по поводу определенных естественно-научных теорий. При чтении «Диалектики природы» всегда ясно, какого естествоиспытателя и какую теорию имеет в виду в данный момент Энгельс. В первом случае Энгельс имеет в виду Канто-Лапласовскую теорию происхождения солнечной системы. В Канто-Лапласовской теории материя как таковая — отнюдь не абстракция, так как специфические свойства различных веществ в процессе образования планетной системы ничем себя не проявляют, растворяясь в чистой материи.

Второе из приведенных замечаний характеризует первоначальную стадию периодической системы химических элементов, изложенную Лотаром Мейером. На первоначальной ступени развития периодическая система фиксировала существование целого ряда неразложимых, не сводимых друг на друга обособленных «материй», на что и обращает внимание Энгельс. Если же от этих зафиксированных научной теорией качественно различных «материй» пытаются перейти к материи как таковой, то Энгельс справедливо указывает, что это только результат абстракции, — все равно, как если бы искали металл как таковой, камень как таковой и т. д. Но это отрицание перехода от многих «материй» к единой материи не является абсолютным. От Энгельса не укрылось то обстоятельство, что если периодическая система в начальной стадии фиксирует различие между элементами, то в конечном счете она должна привести к единству материи.

«Если мы должны сводить все различия и изменения качества к количественным изменениям, к механическим перемещениям, то мы с необходимостью приходим к тому положению,

---

[1]) «Архив М. и Э.», т. II, стр. 147.

что вся материя состоит из тождественных мельчайших частиц, и что все качественные различия химических элементов материи вызываются количественными различиями в числе и пространственной группировке этих мельчайших частиц при их объединении в атомы. Но до этого нам еще далеко» [1]).

Лотар Мейер по существу высказал то же самое, что и Менделеев. Но Мейер был неудачник; в его распоряжении не было достаточных данных, и его теория носила в значительной степени спекулятивный характер. От кривой Лотара Мейера и до единства материи было действительно весьма далеко. Менделеев производит ряд блестящих работ по определению констант мало исследованных элементов и предсказывает существование не открытых еще элементов с определенными свойствами, которые блестяще подтверждаются. Познакомившись с работами Менделеева, Энгельс более определенно признает идею единства материи—идею, которая была далеко не ясна самому Менделееву.

Таким образом, мы имеем целый ряд чрезвычайно метких, проницательных суждений диалектика, применяющего свой метод к оценке конкретных естественно-научных теорий. Именно поэтому Плеханов, комментируя работу Энгельса «Л. Фейербах», предостерегает от абсолютизации его замечаний и от превращения их в абстрактные положения.

То же самое можно сказать и о других кажущихся противоречиях Энгельса в «Диалектике природы», которые в действительности вовсе не являются противоречиями.

Точно так же следует понимать замечания Энгельса о «механическом» естествознании. Энгельс резко критикует «механическое» естествознание всякий раз, когда Грове, Геккель или кто-либо другой из естествоиспытателей пытается выставить сведение к механике в качестве универсального метода и смазывает при этом специфические особенности сложных процессов. В то же время Энгельс вполне признает целесообразность применения такого приема в отдельных конкретных случаях.

---

[1]) «Архив М. и Э.», т. II, стр. 145.

2. Механистический[1]) взгляд на природу.

Для того, чтобы диалектически преодолеть механистический взгляд на природу, необходимо прежде всего понять, в чем заключается его истина, его прогрессивная роль в деле исследования природы.

Нельзя просто отмахнуться от механистического воззрения тем„ что признать его вообще ложным, объявить пережитком «механического», т.-е. до-химического естествознания 18-го столетия, и ограничить механику областью искусственных калькулятивных приемов. Механистические теории имеют вполне современное происхождение; нельзя скидывать со счета тех огромных успехов в деле исследования, которые дало механистическое понимание природы, и в особенности тех успехов, которые оно еще даст в будущем.

Механика не исчерпывается вовсе законами движения точек или же неизменных, непроницаемых дискретных элементов; механика неизменной точки—это не более как совокупность удобных математических приемов для разрешения специальных задач. В общем (а не узко-специальном) смысле слова, механика есть наука о перемещениях вещества в пространстве и, следовательно, является составной частью диалектики природы—науки о формах движения вообще. Механика охватывает также и процессы развития (напр., развитие туманности) и необратимые процессы (теория тепла). Понимаемая в этом общем смысле механика не может быть противопоставлена электродинамике, так как электродинамика также основывается на законах простейших пространственных перемещений. Электродинамика в этом смысле является вполне механистической теорией, так как она является только снимком, копией быстрых движений в

---

[1]) По поводу различия терминов «механический» и «механистический» необходимо сказать следующее: механическое естествознание—это естествознание, которое хорошо знает только механику, значительно хуже—физику и совсем слабо—химию. Именно в таком смысле употребляет указанный термин Энгельс. Но поскольку в новое время стремление сводить явления к механике должно быть объяснено не недостаточным развитием физики и химии, а какими-либо другими соображениями, то и термин «механическое естествознание» не может быть к нему применен.

природе, тогда как старая механика была копией медленных движений [1]). Таким образом, механика сама находится в процессе развития.

Рассмотрим теперь основные постулаты механистического взгляда на природу.

Первый постулат заключается в том, что движение есть «способ существования материи, внутренне присущий материи аттрибут» (Энгельс).

Однако, Энгельс понимает движение в общем смысле в применении к материи не как простое перемещение в пространстве, но как изменение вообще. Таким образом, эта важная истина, которую мы рассматриваем как первый постулат, имеет еще только отрицательный характер. В самом деле, сказать, что внутренне присущий материи аттрибут есть изменение вообще, это значит сказать, что в природе нет ничего неизменного, никакой субстанции, никакой неизменной сущности.

Далее Энгельс высказывает мысль, в которой содержится второй механистический постулат:

«Всякое движение связано с каким-нибудь перемещением— небесных тел, земных масс, молекул, атомов или частиц эфира. Чем выше форма движения, тем мельче это перемещение. Оно нисколько не исчерпывает природы соответствующего движения, но оно неотделимо от него. Поэтому его приходится исследовать раньше всего остального» [2]).

Итак, нет изменения качества без соответствующих пространственных перемещений. Пространственные перемещения, согласно Энгельсу, не исчерпывают природы качества; но этот вопрос мы оставим пока в стороне. Мы возвратимся к нему, когда будем говорить о недостаточности механистического воззрения и о его границах; здесь же мы рассматриваем его положительные стороны. Можно формулировать также и третий постулат:

При одинаковых механических перемещениях одинаковы также изменения качества.

---

[1]) См. Ленин: «Материализм и эмпириокритицизм», 269 стр., изд. 1920 г.

[2]) «Архив М. и Э.», II, стр. 231.

Покуда эти три постулата не признаны, материализма, собственно, еще нет.

Сведение «качеств» к движению имеет прежде всего огромное научно-практическое значение. Экспериментально свести качество к движению —это и значит показать, что вот такие-то реальные движения сопровождают данное качество, и что без них качество не существует, и что при тех же движениях всегда возникает то же самое качество. Этим мы, быть может, и не объясняем определенности качества, не исчерпываем его, но мы выясняем те объективные механические условия, при которых данное качество возникает и развивается. Сведение к физико-химическим и далее к механическим основам есть средство изменять явления, управлять ими. На этом основана вся трудовая практика людей. Молярные перемещения воздействуют на молекулярные перемещения, и тем в промышленности создаются новые качества. Для того, чтобы овладеть качеством, распоряжаться им, необходимо открыть объективные количественные условия его существования. Поэтому ясно, что в естествознании и технике первая половина Гегелева положения: «количество переходит в качество, и качество переходит в количество»—будет иметь более актуальное значение.

Механистический взгляд на природу ищет в основе всяких явлений пространственные перемещения. Но пространственные перемещения всегда наглядны; отсюда требование наглядности, мышление посредством механических моделей, о котором мы уже упоминали. Модель —это материалистическое требование в естествознании;строить модель—значит копировать природу при помощи механики; в модели всегда заключается более богатое содержание, нежели в абстрактной формуле. Известно, что механистическое воззрение представляет собою одно из двух борющихся в современной физике направлений. Другое направление, которое тов. А. К. Тимирязев справедливо называет «научным черносотенством», начинает с «чистого описания» и кончает аксиоматикой, т.-е. попыткой дедуктивно выводить все явления природы из нескольких соотношений между константами, при чем эти соотношения понимаются как конечные и абсолютные, ни к чему более не сводимые законы природы. Такая законченная система аксиом или постулатов обусловли-

вает ограниченность в естествознании; она приводит к забвению материи, к уклону в идеализм. Механистическое понимание отказываетея признавать конечные и абсолютные законы, оно ищет наглядной модели, конкретного механизма там, где аксиоматика принимает описательный постулат. Таким образом, механистический взгляд ведет вперед, разрушает всякую аксиоматику, стремящуюся вывести все явления природы из ограниченного количества принципов, и открывает за тем, что кажется известным, новые горизонты. При этом механистический взгляд исходит из понимания неисчерпаемости, бесконечности всякого явления природы.

Примером такого прогресса является механистическое обоснование Больцманом описательной термодинамики. В настоящее время намечается спор вокруг известных электродинамических уравнений Максвелла, которые физики-механисты отказываются признать конечными и абсолютными законами природы.

«Электродинамика и механика вовсе не противостоят друг другу,—говорит Планк,—взаимно исключая одна другую, как это принято думать в широких кругах, где даже говорят о борьбе между механическим и электродинамическим миросозерцаниями. Механика нуждается для своего обоснования только в понятиях пространства, времени и того, что движется, назовем ли мы это веществом или состоянием. Без этих понятий не может обойтись и электродинамика. Соответственным образом обобщенное понимание механики могло бы включить в себя также и электродинамику» [1]).

Таким образом, спор вокруг уравнений Максвелла не есть спор механики с тем, что ей противоположно, но, по существу дела, есть спор между аксиоматикой и мышлением посредством наглядных моделей. Необходимо отметить, однако, что механистическое воззрение стремится к некоторому подобию аксиоматики, и что в нем существует стремление дедуктивно выводить природу из небольшого числа конечных законов. При этом механистическое воззрение теряет все свои преимущества и приобретает ограниченный и метафизический характер, когда оно упорно сопротивляется принятию новых, не укладывающихся

[1]) Планк: «Единство физической картины мира».

пока в старую систему, но требуемых новыми фактами принципов. Механика 18 века несомненно была такой аксиоматикой,— конечно, по существу, а не по форме, не строго проведенной. Этим в значительной степени и вызвана резкая критика Энгельсом естествознания 18 века.

В новое время в механике Герца также совершенно стерта грань между механистическим воззрением и неподвижной, неспособной к развитию аксиоматикой. Механика становится у Герца универсальным методом, «исповеданием веры», как о ней выражается Планк. Если бы Энгельс мог ознакомиться с механикой Герца, он дал бы ей, по всей вероятности, весьма нелестную характеристику. Но столь же нелестную характеристику Энгельс дал бы и тем физикам, которые рассматривают уравнения Максвелла как конечные и абсолютные законы. Однако, уклон в аксиоматику вовсе не является неизбежным для механистического воззрения как такового.

Наконец, механистическое понимание означает в биологии борьбу в телеологическими воззрениями и с пресловутой жизненной силой. Отказ от жизненной силы, от телеологических взглядов и есть понимание того, что организм представляет собою некоторый сложный комплекс движений, подчиняющийся обычным законам механики, физики и химии; пространственные перемещения мельчайших частиц в организме и представляют собою объективные условия, в своей совокупности необходимые и достаточные для существования сознания.

3. Границы механистического понимания природы.

Однако, сведение какого-либо явления или закона к перемещениям мельчайших частиц вещества еще не дает полного решения вопроса. «Мы несомненно сведем когда-нибудь,— говорит Энгельс, — экспериментальным образом мышление к молекулярным и химическим движениям в мозгу; но исчерпывается ли этим сущность мышления» [1])? Если сведение различных свойств материи к механическому движению рассматривается как полное и исчерпывающее решение вопроса, то этим, по выражению Энгельса, «смазывается специфический характер

[1]) «Архив М. и Э.», т. II, стр. 29».

прочих форм движения». Здесь, таким образом, лежит граница механистического понимания природы.

Мы приняли, что в природе нет изменения качества без механического движения, и что при одинаковых движениях получаются одинаковые изменения качества. Но можно ли утверждать, что при различных механических движениях неизбежно должны получаться различные качества? Если бы дело было так, то все движения были бы одинаково существенны для возникновения качества; между тем, необходимо различать существенные и несущественные движения. Например, замена одних молекул или атомов другими той же химической природы не изменяет качества, хотя движения внутри атомов того же элемента не вполне одинаковы, и все атомы какого-либо элемента мы не можем считать абсолютно тождественными. Далее, одни расположения и траектории молекул и атомов могут быть заменены другими без того, чтобы изменилось общее суммарное «качество» всего собрания элементов в целом. Здесь, таким образом, лежит узел; простое механическое движение должно быть «снято» и уступить поле действия другим, высшим формам движения.

Для механики как таковой, хотя бы и взятой в наиболее общем смысле этого слова, все движения равноценны. Между тем, говоря о качестве, мы должны различать между существенными и несущественными движениями, так как качество есть то, что существенно для предмета. Таким образом, говоря о качестве, мы уже имеем в виду понятие, чуждое механике как таковой. Между тем, различие между существенными и несущественными (относительно случайными) движениями отнюдь не привнесено рефлексией; оно объективно,—это одно из существенных положений диалектического материализма. Именно поэтому механика как таковая «снимается», когда мы переходим к различению существенных и несущественных движений.

Таким образом, различные механические перемещения могут приводить к одному и тому же качеству. Это отнюдь не является множественностью причин, так как следствия различных движений (качества) не абсолютно тождественны, но только различия между ними несущественны. Так, например, если в сосуде находятся газовые молекулы, то возникает «качество»—

давление на стенку сосуда. В течение промежутка времени $\triangle t$ одни молекулы ударяют стенку, двигаясь по одним траекториям, и этими ударами поддерживают давление. В следующий промежуток времени $\triangle' t$ молекулы, ударяющие стенку, и траектории молекул совершенно другие; давление за время $\triangle t$ не тождественно с давлением за время $\triangle' t$, но различия между этими давлениями несущественны.

Если я, сыграв две партии в орлянку, в итоге не проиграл и не выиграл, то несущественно, выиграл ли я первую партию и проиграл вторую, или же наоборот. Результат в том и другом случае один и тот же, но здесь вовсе нет множественности причин. Множественность причин есть понятие метафизическое; но и признание абсолютной существенности всех механических движений также метафизично. Поэтому и то и другое понятие должно быть отброшено.

Без механического движения, говорили мы, нет и качества; но теперь мы видим, что одно механическое движение можно заменить другим без того, чтобы качество изменилось. Отсюда следует, что сведение качества к простому механическому движению недостаточно. В самом деле, определенная совокупность перемещений может быть заменена другой совокупностью перемещений, следовательно, эти перемещения не специфичны для качества; следовательно, надо продолжать поиски, надо искать незаменимых форм движения, специфичных для данного качества [1]). Но, когда механика начинает различать существенные и несущественные движения и выделять существенные формы, она уже перестает существовать, как таковая, она «снимается», поднимается на высшую ступень, становится физикой, химией и т. д.

Например, статистическая механика—это уже механика, ставшая физикой. Чистая механика по отношению к статистической механике—это уже «снятая» форма и снятая именно посредством различения существенных и несущественных движений. Все индивидуальные движения элементов рассматриваются в статистической механике, как случайные.

---

[1]) О поисках специфичных форм см. И. Орлов: «Логика естествознания», гл. IV—О методах эксперимента.

Химия, если угодно,—также механика, но механика, поднятая на высшую ступень, так как для нее многие движения безразличны, тогда как для обычной механики все движения равно существенны. Химия после отбора незаменимых и специфичных форм также может выйти из своих рамок, подняться на высшую ступень и стать биологией. Но если мы попытаемся свести явления биологии непосредственно к механике, то мы сразу утратим незаменимость и специфичность форм движения. Именно поэтому Энгельс говорит, что механизм—беспомощная категория в применении к биологии.

Пусть мы желаем открыть, какие различия в нервных центрах организма отличают бодрствующее состояние от состояния сна. Механизм является здесь беспомощной категорией не только потому, что изучение такого сложного механизма нам не под силу, но и принципиально. Допустим, что мы знаем и можем учесть все траектории электронов и протонов, в своей совокупности составляющих нервную систему организма. От этого механизм отнюдь не перестанет быть беспомощной категорией, так как все указанные траектории будут несущественны для решения нашего вопроса. Электроны и их траектории могут быть заменены другими электронами и другими траекториями, без существенного изменения состояния организма; другие изменения могут вообще уничтожить организм. Механика в лучшем случае могла бы дать решение вопроса в индивидуальной, единичной постановке: таковы были траектории элементов в мозгу вот этого, засыпающего в определенный момент субъекта. Но так как тут смазано всякое различие между существенными и несущественными движениями, то механика не дает ответа на вопрос о процессе засыпания вообще. Для того, чтобы выделить незаменимые формы движения, специфичные для засыпания вообще, механика должна быть «снята» в химии, и химия в свою очередь—«снята» в физиологии нервной системы.

Механистическое понимание природы, взятое как универсальный метод, приводит к допущению существования бесконечно сложной мировой формулы, из которой можно было бы математическим путем вывести прошедшее, настоящее и будущее. Лаплас таким образом выражает это допущение: «Мы должны рассматривать настоящее состояние вселенной как след-

ствие ее предыдущего состояния и как причину последующего. Ум, которому были бы известны для какого-либо данного момента все силы, одушевляющие природу, и относительное положение всех ее составных частей, если бы вдобавок он оказался достаточно обширным, чтобы подчинить эти данные анализу, обнял бы в одной формуле движения величайших тел вселенной наравне с движениями легчайших атомов: не осталось бы ничего, что было бы для него недостоверно, и будущее, так же, как и прошедшее, предстало бы перед его взором» [1]).

Вот в чем заключается научный идеал механистического мировоззрения. Пусть, говорят нам, такая формула превышает человеческие силы, но объективно она существует, следовательно, она является идеальной, хотя и недостижимой целью научного метода, регулятивным принципом. Одновременно с этим решается вопрос о сведении исторических законов к механике Раз такая формула объективно существует, то все исторические законы в ней уже содержатся, и тем самым вопрос о сведении исторических законов к механике принципиально разрешается в положительном смысле.

Но при этом «принципиально» упускают из вида только одно, что мировая формула может содержать в себе не исторические законы, а только их отрицание. Все исторические события уже содержатся, говорят нам, в формуле Лапласа. Допустим. Но они находятся там в виде неповторяемых комбинаций молекулярных движений, а не в виде закономерных процессов. Одна историческая комбинация имеет с другой только лишь ту связь, какую дают законы механики. Мировая формула Лапласа может рассматривать всякое событие только в его индивидуальности и единичности, уничтожая все не элементарно-механические законы. Она предполагает только абсолютно-точные, абсолютно-достоверные и всеобщие законы; все законы только практически, но не абсолютно достоверные и точные, т.-е. все законы, за исключением постулатов механики, начисто отрицаются формулой Лапласа. Поэтому мировая формула не только не может содержать законов развития общества или организмов ,но содержит в себе отрицание даже такого

---

[1]) Лаплас: «Опыт философии теории вероятностей», пер. А. К. Власова.

закона, как переход тепла от теплого тела к холодному, так как этот закон только практически достоверен и всеобщ, но не абсолютно. Таким образом, если бы мы даже овладели мировой формулой Лапласа, то она была бы для нас в сущности бесполезной, так как все практически нужные нам законы мы должны были бы находить помимо формулы.

Но можно ли допустить, хотя бы принципиально, объективное существование подобной мировой формулы? На этот вопрос также придется ответить отрицательно. В самом деле, мировая формула предполагает существование конечных, простых, неизменных элементов—«кирпичей мироздания», расположение и движение которых производит все явления природы. Но существуют ли неизменные кирпичи мироздания? Для диалектики возможен только отрицательный ответ. Допущение простых и неизменных элементов означает: диалектика до сих пор и не далее; здесь прекращаются возникновение и эволюция. здесь царство неизменного и вечного.

Тов. Ленин пишет: «Сущность» вещей или «субстанция» *тоже* относительны; они выражают только углубление человеческого познания объектов, и если вчера это углубление не шло дальше атома, сегодня—дальше электрона и эфира, то диалектический материализм настаивает на временном, относительном, приблизительном характере всех этих *вех* познания природы прогрессирующей наукой человека. Электрон так же *неисчерпаем*, как и атом, природа бесконечна, но она бесконечно *существует*, и вот это-то единственно категорическое, единственно безусловное признание ее *существования* вне сознания и ощущения человека и отличает диалектический материализм от релятивистского агностицизма и идеализма» [1]) (подчеркнуто везде автором).

Неисчерпаемость и бесконечность каждого отрезка природы не противоречит его познаваемости; как указывает Энгельс, если познание представляет собою асимптотический процесс, этого достаточно, чтобы мы имели право сказать, что принципиально бесконечность познаваема [2]).

---

[1]) «Материализм и эмпириокритицизм», стр. 266.
[2]) «Архив М. и Э.», т. II, стр. 151.

На это возражают, что электрон неисчерпаем для нас, но объективно должны же существовать конечные элементы; делимость должна иметь границы, иначе в результате мы получим ничто и т. д. Но возражающие таким образом находятся во власти грубой метафизической иллюзии.

Если мы скажем:—нет наибольшей конечной длины, то это вовсе не значит, что ее нет только для нас, но что объективно наибольшая конечная длина существует. Наоборот; наибольшей конечной длины объективно и фактически нет. Точно так же, если мы скажем:—нет наименьшего конечного элемента материи, это будет выражать только объективное «бесконечное существование» всякого отрезка материи. Так, например, с точки зрения теории актуальной бесконечности, не существует актуально бесконечно-малых элементов.

Итак, мы должны признать, что конечных, неизменных элементов мироздания не существует; но в таком случае не может быть никакой механической мировой формулы, охватывающей все явления природы, и вместе с тем теряет всякое значение притязание механистического метода стать универсальным методом исследования природы.

4. Заключительные выводы.

В общем итоге мы получаем, что механистический взгляд на природу явно недостаточен; но в то же время его нельзя просто отбросить, потому что он содержит в себе частичную истину. Его надо диалектически преодолеть — «снять», т.-е. вместе с тем сохранить в диалектическом мировоззрении в качестве превзойденного момента. Поэтому ни в каком случае нельзя ставить вопрос таким образом: или к механике должно свести все существующее, или же она не должна выходить за пределы механики неизменной точки. Такая постановка вопроса была бы явно метафизической. Соответственно с этим диалектический материалист не должен быть односторонним «механистом» или «антимеханистом», а при разрешении частных, конкретных вопросов физики, химии, биологии и т. д. должен быть готов встать на ту или на другую точку зрения в зависимости от конкретных условий.

Диалектика природы выражает здоровые и прогрессивные тенденции развития естествознания. Но ей приходится посто-

янно бороться с вывихами, извращениями правильной и наиболее целесообразной линии в деле исследования природы. Основных извращений два: во-первых, «ползучий эмпиризм» — направление, которое цепляется за факты и боится мышления; и, во-вторых, «физический идеализм», который приводит к «забвению материи» и к попыткам теоретически конструировать естествознание из немногих абстрактно-математических соотношений. В борьбе с этими извращениями диалектический материализм должен прибегать к механистическим приемам требовать сведения всех явлений к движению и построения механических моделей физических явлений.

Энгельс имел дело преимущественно с уклоном физиков и химиков в эмпиризм, и соответственно этому он направлял свои критические удары. В настоящее время «ползучий эмпиризм» еще процветает в физиологии и психологии. Но в физике и химии мы эмпириков больше не найдем; здесь приходится уже бороться с построениями абстрактной математической мысли. Тов. Ленин в V главе своей книги «Материализм и эмпириокритицизм» сражался преимущественно с физическим идеализмом. Таким образом, книга Энгельса и книга Ленина хорошо дополняют друг друга.

Энгельс не знал еще явления махизма. Махизм обычно считают направлением чисто эмпирическим; но это не точно, а если принять во внимание тенденции развития махизма, то и совсем не верно. Эмпиризм являлся для махистов только боевым прикрытием, только приемом борьбы с механистическим мировоззрением в физике. Основная же задача махизма заключалась в выполнении предварительной работы по подготовке условной (субъективной) аксиоматики. Достаточно просмотреть «Механику» Маха для того, чтобы в этом убедиться. У Дюгема, а тем более Пуанкарэ эти тенденции махизма проявляются уже с полной ясностью; эти тенденции развития ведут прямым путем к современному релятивизму.

Не следует забывать, что в борьбе с релятивизмом диалектический материализм должен подчеркивать механистический момент в развитии природы и стремиться изображать природу посредством механических моделей.

З. Цейтлин.

Закон движения Энгельса

(Опыт конкретного применения диалектики к физике [1]).

«Это, следовательно, всеобщий естественный закон движения, который я впервые формулировал» (из письма Энгельса к Марксу от 28 ноября 1882 г.).

1. Вступительное замечание.

Из опубликованных во втором томе «Архива Маркса—Энгельса» научно-философских эскизов Энгельса под общим названием «Диалектика природы» одним из самых замечательных является эскиз, посвященный двум мерам движения. Здесь Энгельс действительно решил знаменитый спор между Декартом и Лейбницем о двух мерах движения. Энгельс диалектически преодолел этот спор, и решение Энгельса устанавливает его приоритет в открытии закона, который Энгельс называет всеобщим естественным законом движения.

Энгельс вполне прав в том, что вопрос, поставленный Декартом и обсуждавшийся Лейбницем и Кантом, заслуживает самого серьезного внимания, а не д'Аламберовских «заклинаний», как образно выражается Энгельс.

Лейбниц писал о «памятной ошибке Декарта» (erroris memorabilis Cartesii). Лица менее авторитетные также многократно говорили об «ошибках» Декарта, но изучение истории физики показало нам, что так называемые «ошибки» Декарта—важные и глубокие истины.

[1]) Настоящая статья представляет собою главу из печатающейся работы автора «Закон движения Ф. Энгельса».

С другой стороны, обширная практика показывает, что мера движения, предложенная Лейбницем (mv^2), имеет весьма реальные основания. Вот почему необходим синтез обеих мер движения. Этот синтез дан Энгельсом. Мы переведем синтез Энгельса на математический язык и покажем, что синтез этот оправдывается самыми тонкими результатами современной физики.

2. Энгельсовское определение энергии.

Решение д'Аламбером вопроса о двух мерах движения чисто формальное. Количество движения (mv)—это мера (интеграл) движения, рассчитанная по времени, энергия же—мера (интеграл), рассчитанная по пути [1]. Решение это имеет известное значение, устраняя мистику, которую стремятся часто придать понятию энергии, так что Энгельс не совсем прав, нападая на д'Аламбера; но Энгельс безусловно прав в том, что решение д'Аламбера, будучи в высокой степени формальным, не может удовлетворить философски мыслящего человека. Ведь вопрос именно в том, каковы реальные, а не математические основания обеих мер движения. На этот вопрос решение д'Аламбера совершенно не отвечает. На него отвечает синтез Энгельса. Синтез этот выражен в следующем фундаментальном определении («Диалектика природы», стр. 269):

«mv—это механическое движение, измеряемое механическим же движением; $\frac{mv^2}{2}$—это механическое движение, измеряемое его способностью превращаться в определенное количество другой формы движения».

В этом определении указаны реальные основания понятия энергии. Если взять определение в самом общем виде, то существенный признак (proprium) понятия энергии заключается в понятии перехода движения от одной части материи к

[1]) Математически:

$$K=\int_0^t F\,dt=\int_0^v \frac{d(mv)}{dt}\,dt=\int_0^v d(mv)=mv;$$

$$E=\int_0^t F\,ds=\int \frac{d(mv)}{dt}\,ds=\int_0^v d(mv)\,.\,v=\frac{1}{2}\,mv^2.$$

другим. Энергия, стало-быть,—это движение движения материи. До тех пор, пока данная масса m движется со скоростью v, сохраняя свое движение, мы имеем дело с количеством движения (mv); но в тот момент, когда это количество движения передается другим массам, возникает новое реальное явление перехода данного количества движения от данной массы на другие. Это явление перехода имеет свою собственную меру, включающую квадрат скорости (mv^2), как математическое выражение того факта, что здесь мы имеем движение движения. Обозначим количество движения через (mv), а скорость перехода или распространения—через v_t, тогда математическое выражение определения Энгельса будет дано формулой:

$$E \text{ (энергия)} = (mv) \cdot v_t \,.$$

Эту формулу, выражающую определение или закон Энгельса, мы будем называть формулой Энгельса.

3. Общее доказательство формулы закона Энгельса.

Пусть в данной среде распространяется некоторое количество движения (mv) со скоростью v_t. Энергия движения будет по Энгельсу: $E = (mv) \cdot v_t$. Вообразим, что наша среда ограничена другой средой, которая поглощает, например, данное количество движения (mv). Если в единицу времени единицей площади поглощается как-раз количество движения (mv), то давление или сила на единицу площади будет (mv), ибо сила, по определению,—это количество движения, получаемое в единицу времени. Таким образом, чтобы получить величину давления (F), равную (mv), необходимо энергию $E = (mv) \cdot v_t$ разделить на скорость распространения v_t:

$$F \text{ (давление)} = mv = \frac{(mv) \cdot v_t}{v_t} = \frac{E}{v_t},$$

т.-е. давление численно равно поглощенной единицей площади в единицу времени энергии, деленной на скорость распространения.

В случае отражения движения сила, как известно, в два раза больше:

$$F = 2\,mv = \frac{2\,E}{v_t}.$$

Приведенные формулы были впервые получены в 1902 г. физиком Рэлеем (Rayleigh) для звукового распространения движения. Альтберг (1903 г.) и Вууд (1905 г.) впервые опытно доказали существование давления звука.

Максвелл в своей электромагнитной теории света дал тот же закон для светового распространения движения. Независимо от Максвелла к тем же отношениям пришел Бартоли (1883 г.). Первый П. Н. Лебедев, а вслед за ним Никольс и Гуль экспериментально доказали существование светового давления для случая лучеиспускания. Аррениус построил на основании факта давления целую космическую теорию образования миров.

Положив в формуле Энгельса $v = v_t = c$ — скорости распространения света в эфире, мы получим:

$$E = mc^2.$$

Эта знаменитая формула, как мы видим, прямо вытекает из определения Энгельса. Она, стало быть, выводится также из закона давления света Максвелла-Бартоли:

$$F = \frac{E}{c};$$

сила F в данном случае равна mc, где m — световая масса.

Подчеркнем, однако, что формула Эйнштейна является обобщением нашей формулы. В формуле Эйнштейна $E = Mc^2$, M означает не световую массу, а любую инертную.

4. Определение Энгельса и закон падения тел Галилея.

Если в формуле Энгельса положить $v = v$, а $v_t = \frac{v}{2}$ —

$$E = \frac{1}{2} mv^2$$

— обычной формуле кинетической энергии. Таким образом, в обычной формуле энергии заключена гипотеза, что скорость распространения данного количества движения (mv) равна половине скорости v, определяющей величину количества движения.

Спрашивается, откуда взято подобного рода предположение? На это отвечает история формулы «живой силы» ($\frac{1}{2} mv^2$). Она родилась вместе с опытами Галилея над падением тел у поверхности земли.

Лейбниц впервые в 1686 г. в знаменитой работе «Brevis demonstratio erroris memorabilis Cartesii» («Acta eruditorum», 1686)

показал в противность Декарту на основании закона Галилея, что «живая сила» пропорциональна не скорости (v), а квадрату скорости (v^2). Более подробно он рассмотрел тот же вопрос в «Specimen dynamicum» (1695 г.). Так возник знаменитый спор между Декартом и Лейбницем. Лейбниц пользовался, однако, формулой $E = mv^2$. Коэффициент ($\frac{1}{2}$) был фактически введен впервые Гюйгенсом в работах «De motu corporum» (1669 г.) и «Horlogium oscillatorium» (1673 г.). Гюйгенс, исследуя движение маятников (так наз. задача определения центра колебания), выдвинул принцип сохранения «живых сил» в форме ($\frac{1}{2} mv^2$). Собственно говоря, Гюйгенс выразил этот принцип в несколько иной форме, так как он не обладал еще Ньютоновским (1686 г., «Начала») понятием массы:

$$F = mg,$$

где g — ускорение.

Гюйгенс пользовался понятием неизмененной силы F. Сущность выдвинутого Гюйгенсом принципа легко объяснить рассмотрением закона падения тел Галилея, из которого исходил Гюйгенс. Если тело падает с высоты h, то при наличии постоянной силы, т.-е. постоянного ускорения g, скорость и путь определятся, как известно, формулами:

$$v = gt$$

$$h = \frac{1}{2} gt^2 = \frac{1}{2g} v^2.$$

Помножив обе части второго равенства на постоянную силу F, получаем:

$$F . h = \frac{F}{2g} v^2.$$

В этой именно форме выразил свой принцип Гюйгенс: высота падения или поднятия тяжелого тела h определяется величиной $\frac{F}{2g} v^2$, т.-е. квадратом скорости, умноженным на постоянную $\frac{F}{2g}$. Легко видеть, что здесь перед нами обычная формула кинетической энергии; в самом деле, по Ньютону $\frac{F}{g} = m$, постоянной массе, так что

$$F . h = \frac{1}{2} mv^2.$$

Кориолис первый предложил назвать произведение F . h — работой, а $\frac{1}{2} mv^2$ — живой силой. Беланже (Belanger) предлагал

называть живой силой mv^2, а $\frac{1}{2}mv^2$ — «живой способностью» (potentia). Ранкином, впервые, кажется, введен был общий термин «энергия» (потенциальная и кинетическая) для величин Fh и $\frac{1}{2}mv^2$ [1]).

Рассмотрим поближе значение коэффициента $\left(\frac{1}{2}\right)$. Когда тело падает с высоты h, приобретая количество движения (mv), то из формулы падения $h=\frac{1}{2}gt^2$ получается, что $\frac{h}{t}=\frac{1}{2}gt=\frac{1}{2}v$, т.-е. что средняя скорость падения равна половине приобретенной скорости. Иначе говоря, дело происходит так, как-будто количество движения (mv) двигалось в пространстве со средней скоростью $\frac{v}{2}$. Еще яснее верность определения Энгельса выступает, если пользоваться методом дифференциального исчисления: каждый дифференциал количества движения d (mv) движется с соответствующей ему мгновенной скоростью v [2]). Интегральный результат дает энергию $(mv)\cdot\frac{v}{2}$.

5. Определение Энгельса и закон всемирного тяготения.

а) Закон изменения гравитационных действий в зависимости от скорости.

Мы получили, таким образом, две формулы, определяющие величину энергии массы m, одну —для движений обычных масс в поле тяжести, другую—для движений световых масс. Из сравнения этих формул можно вывести одно замечательное следствие, именно, что световая масса m эквивалентна массе 2m в поле тяжести, иначе—гравитационное поле действует в два раза сильнее на световую массу, нежели на обычную той же величины [3]).

---

[1]) Термин энергия для величины $\frac{mv^2}{2}$ был впервые употреблен Кеплером в знаменитом сочинении «Harmonices mundi», Libri V (1619 г.). См. E. Hoppe, «Zum Gedächtnis Leonhard Euler», — «Physikalische Zeitschrift», 1907 (стр. 227).

[2]) Вот общеизвестное вычисление:

$$E=\int_0^t Fds=\int_0^t \frac{d\,(mv)}{dt}\,ds=\int_0^v d\,(mv)\,.\,v=\frac{1}{2}mv^2;$$

[3]) Здесь мы пользуемся методом, изложенным в глубокомысленной работе замечательного русского мыслителя Н. А. Морозова: «Основы

Действительно, для получения из обычной формулы $E=\frac{1}{2}mv^2$, выведенной из наблюдений процессов в полях тяжести, формулы энергии световой массы m, необходимо вместо m взять 2m.

Чем объяснить подобного рода изменение гравитационных действий? Первое, что приходит на ум, это указание на порядок скорости. Формула $E=\frac{1}{2}mv^2$ — формула малых скоростей, так как те движения в полях тяготения, которые оправдывают эту формулу, чрезвычайно малы сравнительно со скоростью света.

Таким образом, обобщенная формула энергии будет

$$E=\frac{1}{2}kmv^2,$$

где k — коэффициент, зависящий от скорости. Для $v=c$, $k=2$. Полученный результат указывает на существование закона изменения гравитационной массы в зависимости от скорости. Этот закон можно найти при помощи следующего рассуждения. Пусть гравитационная масса $\overset{\circ}{m}_g$ движется со скоростью v. Энергия в первом приближении равна $E=\frac{1}{2}\overset{\circ}{m}_g v^2$. Эта энергия соответствует световой массе

$$m_c=\frac{E}{c^2}=\frac{1}{2}\overset{\circ}{m}_g\frac{v^2}{c^2}$$

или удвоенной гравитационной массе $2m_c=\overset{\circ}{m}_g\frac{v^2}{c^2}$. Таким образом увеличение энергии от 0 до $\frac{1}{2}\overset{\circ}{m}_g v^2$ приводит к увеличению гравитационной массы на $\overset{\circ}{m}_g\frac{v^2}{c^2}$, так что общий закон изменения гравитационной массы со скоростью будет [1]):

$$m_g^v=\overset{\circ}{m}_g+\overset{\circ}{m}_g\frac{v^2}{c^2}=\overset{\circ}{m}_g\left(1+\frac{v^2}{c^2}\right).$$

качественного физико-математического анализа». К сожалению, работа эта, как и другие труды Н. А. Морозова, этого великого ума, в значительной мере погубленного царизмом в недрах Шлиссельбурга, систематически замалчиваются патентованными ущемителями блох — Flohknacker, —как любил говаривать старик Энгельс. Между тем, Д. И. Менделеев признал Н. А. Морозова — этого «узника-самоучку» — достойным титула доктора химии honoris causa.

[1]) Подчеркнем, что в нашем выводе существенную роль играет положение о том, что гравитационное значение световой массы эквивалентно удвоенной массе при малых скоростях.

Эта формула дает возможность вычислить аномалию планетных движений и отклонение света в поле тяжести [1]).

Полученная нами формула в известном смысле тождественна с той, которую Риман вывел в сочинении «Тяжесть, электричество и магнетизм» («Schwere, Elektricität und Magnetismus». Hannover, 1876, § 97 и сл.) на основании знаменитого закона Вебера [2]).

Но наш способ вычисления на основании формулы отличается от обычного, так как изменение потенциала, которое играет основную роль в вычислении, имеет у нас иной смысл, нежели у Риманна, несмотря на формальную тождественность выражений потенциала в зависимости от скорости (об этом см. Приложение I).

Полученная нами формула аналогична также формулам Лоренца, выражающим продольное и поперечное изменение массы электрона в зависимости от скорости:

$$m_1 = m_0 \left(1 + \frac{3}{2}\frac{v^2}{c^2} + \frac{15}{8}\frac{v^4}{c^4} + \ldots \right)$$

$$m_2 = m_0 \left(1 + \frac{1}{2}\frac{v^2}{c^2} + \frac{3}{8}\frac{v^4}{c^4} + \ldots \right)$$

Если взять среднее арифметическое $\frac{m_1 + m_2}{2}$, то, для малых по крайней мере скоростей v, получается наша формула, которая выражает, таким образом, некое среднее изменение гравитационной массы в зависимости от скорости. Диалектик не может, однако, довольствоваться полученным формальным результатом. Так как «истина всегда конкретна», то возникает вопрос: в каких случаях и пределах имеет силу полученная формула? Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо обратиться к рассмотрению вопроса о том, чем объясняется изменение гравитационных действий при наличии скорости, т.-е. вопроса о наиболее общем выражении закона всемирного тяготения.

---

[1]) См. Приложения (1).

[2]) См. также статью Вихерта в 63 томе «Annalen der Physik» (стр. 314).

б) Обобщенное выражение закона всемирного тяготения и объяснение аномалий планетных движений.

Закон всемирного тяготения утверждает, что взаимодействие двух масс M_1 и M_2 выражается соотношением [1]):

$$F \text{ (сила)} = k \frac{M_1 . M_2}{r^2}, \text{ где } k = 6{,}674 . 10^{-8},$$

если M выражены в граммах, а r — в сантиметрах.

Сила, по Ньютону, — это количество движения, получаемое телом в единицу времени. Пусть сила действовала в течение времени dt.

Соответствующее количество движения будет:

$$F. \, dt = k \frac{M_1 . M_2}{r^2} dt.$$

Рассматривая явление по отношению к центру притяжения M_1, мы должны полагать, что указанное количество движения в течение времени dt прошло расстояние r от центра притяжения, т.-е. что скорость распространения равна $\frac{r}{dt}$.

По формуле Энгельса, энергия будет:

$$P = F . dt \frac{r}{dt} = k \frac{M_1 . M_2}{r^2} dt . \frac{r}{dt} = k \frac{M_1 . M_2}{r}.$$

Это и есть обычное выражение функции потенциальной энергии (потенциала) массы M_2 в поле тяжести массы M_1.

Здесь, как мы видим, скорость распространения принимается пропорциональной расстоянию. Обычно говорят, что в законе Ньютона предполагается мгновенная (бесконечная) скорость передачи, что неправильно, ибо при бесконечном r время dt может быть также бесконечным, т.-е. тяготение может совсем не передаваться. Во всяком случае формула закона тяготения не зависит ни от скоростей, ни от направлений движения, а лишь от масс и расстояний. Если как следует вдуматься в это утверждение, то оно должно показаться одним из самых парадоксальных. Парадоксально действительно физическое безразличие, выражаемое формулами Ньютона,—какова бы ни была скорость, и каково бы ни было направление движения тела, поле тяжести всегда действует одинаковым образом. Этот парадокс привел Эйлера к различению абсолютных сил от относительных.

---

[1]) Мы пока опускаем обычные знаки формул.

В XII-м и XIII-м определениях своей механики («Mechanica sive motus scientia analitica expositio», 1736) Эйлер указывает на эти двоякого рода силы. «Абсолютная сила одинаковым образом действует на тело, находится ли последнее в покое или движении.

Тяготение есть сила такого рода: движутся ли тела или покоятся, тяжесть одинаковым образом тянет тела вниз» (Определение XII).

«Относительная сила—это та, которая действует на покоящееся тело иначе, чем на тело в движении. Сила реки, увлекающая тело, есть сила такого рода; чем быстрее движется тело, тем сила реки меньше и совершенно исчезает, когда тело имеет ту же скорость, что и река» (Определение XIII).

Эта метафизика силы тяготения долго считалась и многими до сих пор считается непреложной истиной. Некоторые факты привели, однако, к ее крушению. Эти факты заключаются в аномалиях планетных движений, аномалиях, которые закон Ньютона оказался не в состоянии объяснить. Попытки рационально объяснить аномалии долго оставались безуспешными, пока в 1898 году молодой немецкий ученый Пауль Гербер, став на физическую точку зрения в рассмотрении действий тяготения, нашел это рациональное объяснение. Основное положение Гербера в том, что скорость распространения действий тяготения конечна, и что, следовательно, сила взаимодействия зависит от скоростей и ускорений.

Мы выведем формулу Гербера при помощи формулы Энгельса. Для того, чтобы понять этот вывод и все вытекающие из него следствия, необходимо обратиться к тому образу релятивной силы (а тяготение оказалось таковой), который дан Эйлером, и который мы привели выше.

Заметим прежде всего, что впервые Риман указал, что закон всемирного тяготения можно объяснить, исходя из представления об «источниках» и «стоках»[1]). Из гидродинамики,

[1]) См. B. Riemann: «Gesamte Werke», S. 503; а также V. Bjerknes: «Die Kraftefelder», § 75. Понятия «источника» и «стока» фигурируют формально во всех курсах векторного анализа и его приложениях, весьма ныне обширных, в физике. Современные формалисты не проявляют, однако, никакого желания узнать физический смысл того факта, что эти понятия встречаются в самых как-будто разнородных областях.

действительно, известно, что если жидкость, вытекая из «источника», втекает в «сток», то источник и сток взаимодействуют по определенному закону. Если массу m (плотность) считать мерою «производительности» источника, то легко получить закон всемирного тяготения Ньютона [1]). Риман лично полагал, что всякая масса m есть действительно «источник» или «сток», но по отношению к четвертому измерению, при чем Риман определял это измерение, как область «духа».

Мы воспользуемся гидродинамической моделью Римана лишь в качестве иллюстрации к тем рассуждениям, которые будут приведены ниже. Конечно, тяготеющие массы ничего общего не имеют с гидродинамической системой источников и стоков, за исключением тожества формального закона взаимодействия [2]). Но это формальное тожество дает возможность пользоваться моделью для заключения путем аналогии. В известном, однако, смысле можно говорить, что притягивающая масса есть «источник» того движения, которое получает «сток» притягиваемой массы (см. § 8).

Пусть у нас имеются две взаимодействующие массы M_1 и M_2 (рис. 1): M_1—источник, M_2—сток. Будем считать массу M_1 неподвижной, массу M_2—движущейся со скоростью Vr по тому или иному направлению. Скорость действующего потока энергии обозна-

---

[1]) Как в тяготении, так и в гидродинамике, электричестве и магнетизме мы имеем общее математическое соотношение:

$$\frac{dFx}{dx} + \frac{dFy}{dy} + \frac{dFz}{dz} \quad 4\pi m,$$ —так наз. закон Лапласа-Пуассона. В тяготении, электричестве и магнетизме F означает силу, в гидродинамике—скорость; m есть гравитационная, электрическая или магнитная плотность или же (в гидродинамике) «производительность» источника. Если сила имеет потенциал: $Fx \quad -\frac{dV}{dx}$ и т. д. а скорость (в гидродинамике)—так наз. «потенциал скоростей», то мы имеем обычное начертание формулы Лапласа-Пуассона:

$$\frac{d^2V}{dx^2} + \frac{d^2V}{dy^2} + \frac{d^2V}{dz^2} = -4\pi m;$$

[2]) Впрочем, русский мыслитель Ярковский (Jarkovski) в книге, изданной в Москве (1888 г.): «Hypothèse cinétique de la gravitation universelle» сделал попытку физически обосновать понятия «источника» и «стока» для солнечной системы. См. также § 8.

чим через с. Если массы неподвижны, то на расстоянии r потенциальная энергия (потенциал) будет, по закону Ньютона,

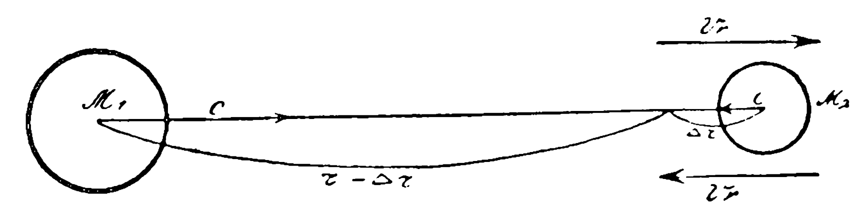


Рис. 1.

$P = \frac{kM_1M_2}{r}$. По закону Энгельса, энергия, обусловленная потоком, движущимся со скоростью с, пропорциональна c^2, так что

$$P = Kc^2 = \frac{kM_1M_2}{r}$$

Допустим сначала, что масса M_2 удаляется от массы M_1. Так как поток, впадая в «сток», изменяет направление действия на обратное, то в этом случае движения «действующего» потока скорости с и массы M_2 скорости V_r прямо противоположны, так что действие тяготения должно усилиться. Чтобы вычислить это действие, необходимо принять во внимание, что формула Ньютона приложима при относительной скорости потока и тела равной с. Так как скорость тела противоположна скорости потока, то, если бы абсолютная скорость потока была не с, а $c - v_r$, относительная скорость равнялась бы как-раз с:

$$(c - v_r) + v_r = c.$$

Следовательно, для применения закона Ньютона необходимо считать скорость потока $c - v_r$. С другой стороны, так как поток употребляет время Δt, чтобы пройти расстояние r $(r = c\Delta t)$, тело за время Δt успевает пройти расстояние Δr $\left(V_r = \frac{\Delta r}{\Delta t}\right)$, так что, производя расчет на основании «статического» значения потенциала, мы должны взять «статическое» значение расстояния, т.-е. $r - \Delta r$. По формуле Энгельса «статическое» значение потенциала будет:

$$P_c = K_1c(c - v_r) = \frac{kM_1M_2}{r - \Delta r}$$

или

$$P_c = K_1c^2\left(1-\frac{v_r}{c}\right) = \frac{kM_1\,M_2}{r\left(1-\frac{\Delta r}{r}\right)} = \frac{kM_1\,M_2}{r\left(1-\frac{\Delta r}{c\Delta t}\right)} = \frac{kM_1\,M_2}{r\left(1-\frac{v_r}{c}\right)}$$

откуда для кинетического значения получаем:

$$P_k = K_1c^2 = \frac{kM_1\,M_2}{r\left(1-\frac{v_r}{c}\right)^2},$$

т.-е. при абсолютной скорости распространения с и при скорости движения тела Vr, потенциал зависит не только от массы и расстояния, но и от отношения радиальной скорости движения к скорости распространения действия тяготения.

Тем же путем легко получить формулу при обратном направлении Vr:

$$P = \frac{kM_1\,M_2}{r\left(1+\frac{v_r}{c^2}\right)^2}$$

Если v_r очень мало сравнительно со скоростью с, то, пользуясь дифференциальным отношением $v_r = \frac{dr}{dt}$ и разлагая выражения для P по формуле бинома, получаем общую формулу:

$$P = \frac{kM_1M_2}{r}\left[1+\frac{2}{c}\left(\frac{dr}{dt}\right)+\frac{3}{c}\left(\frac{dr}{dt}\right)^2\right]$$

Полученное выражение не есть, собственно говоря, потенциал в обычном смысле слова, а так называемый кинетический потенциал, однородный по существу с кинетической энергией [1]). Чтобы получить из выражения для P величины действующих сил, необходимо пользоваться обобщенными уравнениями Лагранжа, которые дают—

$$F = -\frac{kM_1M_2}{r^2}\left[1-\frac{3}{c^2}\left(\frac{dr}{dt}\right)^2+\frac{6r}{c^2}\frac{d^2r}{dt^2}\right]$$

т.-е. сила взаимодействия зависит не только от массы и расстояния, но и скоростей $\left(\frac{dr}{dt}\right)$ и ускорений $\left(\frac{d^2r}{dt^2}\right)$.

Вычисляя при помощи выражения для F аномалии планетных движений, Гербер нашел, пользуясь величиной векового движения перигелия Меркурия,—что скорость распространения действия тяготения равна скорости света с.

---

[1]) О кинетическом потенциале см. нашу статью в «Вестнике Комм. Академии», № 13.

в) Диалектика всемирного тяготения.

В случае аномалий планетных движений v_r ничтожно мало сравнительно со скоростью распространения действия тяготения равной скорости света. Представим себе, однако, что $v_r = c$; какова будет в этом случае сила взаимодействия? Если $v_r = c$, то разложение по биному, которое дает выражение для силы F, невозможно. Кроме того, с диалектической точки зрения (переход количества в качество!) очевидно, что при $v_r = c$ явление взаимодействия коренным образом изменяется, а, следовательно, вышеполученное математическое выражение для кинетического потенциала P, верное при малых v_r, уже неприложимо. Возьмем, например, случай движения масс от центра тяготения. При $v_r = c$, формула Гербера дает:

$$P = \frac{kM_1 M_2}{r\left(1 - \frac{c}{c}\right)^2} = \infty$$

Тот же самый результат получается в простой формуле Ньютона:

$$P = \frac{kM_1M_2}{r},$$

если $r = 0$.

Каков физический смысл этого результата?

В последнем случае опыт показывает, что возникают силы отталкивания, которые обычно называют силами упругости [1]). Иначе говоря, при r, стремящемся к нулю, притяжение переходит в свою диалектическую противоположность—отталкивание. Не означает ли того же самого величина $P = \infty$ при $v_r = c$ или что-либо иное?

Для того, чтобы ответить на этот вопрос, мы сделаем следующее предположение: выражение для силы F, объясняющее аномалию планетных движений, является *физической формулой*, действительной, вообще говоря, и для случая $v_r = c$.

$$\text{Если } v_r = \frac{dr}{dt} = c, \frac{d^2r}{dt^2} = 0$$

---

[1]) Общеизвестно также, что физики для так наз. частичных сил (напр., сил капиллярности) принимали законы взаимодействия, отличные от Ньютонова.

и

$$F = -\frac{kM_1 M_2}{r^2}\left(1 - \frac{3}{c^2} c^2\right) = + \frac{2kM_1 M_2}{r^2},$$

т.-е., при движении массы со скоростью света с, сила притяжения (знак —) переходит в силу отталкивания (знак +), при чем последняя сила в два раза больше даваемой обычной формулой Ньютона. Но из самой модели, на основании которой выведена формула Гербера, видно, что такой результат может получиться только в случае движения по направлению к источнику тяготения. В случае обратного движения, при достижении частицы скорости с, никакого взаимодействия быть не может, так как относительная скорость потока тяготения и частицы равна нулю. В Приложении VI мы показываем, что в случае отрыва световых масс от источников тяготения (например, солнца) дело происходит так, как-будто гравитационное действие не зависит от скорости, а частица, при действии обычной Ньютоновой силы, удаляется в бесконечность. Таким образом, формула $M_g^v = \mp M_g^0 \left(1 + \frac{v^2}{c^2}\right)$ имеет силу только в случае падения к центру тяготения, что вполне соответствует тому факту, что она была выведена из рассмотрения закона падения тел Галилея[1]).

6. Определение Энгельса и отклонение света в поле тяжести солнца.

Самый удивительный результат анализа движения световой массы—это то, что масса эта, отталкиваясь от центра притяжения, движется так, как-будто она притягивается. Мы сейчас дадим объяснение этого удивительного диалектического парадокса.

В Приложении (I) дано вычисление для массы скорости на основании формулы увеличения гравитационных действий со

---

[1]) Впрочем, если исходить из модели Лесажа-Томсона, о которой мы говорим в дальнейшем, то эта формула может иметь силу для обоих случаев движения, хотя формальный результат в случае движения от центра тяготения получается, при известных предпосылках, тот же, что и в модели Римана.

Об этом см. §§ 7, 8 и приложение IV. В § 8 мы даем также более строгий вывод формулы Гербера на основании принципа Допплера.

скоростью. Как видно из вычисления, оно основано на предположении притягивающего действия центра (употреблены обычные уравнения теории тяготения); исходя из этого же предположения, можно тот же результат получить в очень наглядной и изящной форме при помощи определения Энгельса. Обозначим, как прежде, массы через M_1 и M_2. Если масса M_2 движется из очень далекого (бесконечного) расстояния со скоростью света c, то ее энергия будет в бесконечности M_2c^2. При приближении к массе M_1 на расстояние r, энергия увеличивается на разность потенциалов в бесконечности и на расстоянии r. Так как гравитационное действие на световую массу M_2 эквивалентно действию на массу $2M_2$ в обычной формуле потенциала, то общее выражение потенциала будет $\frac{2kM_1 M_2}{r}$; искомая разность потенциалов

$$\frac{2kM_1 M_2}{r} - \frac{2kM_1 M_2}{r=\infty} = \frac{2kM_1 M_2}{r}$$

Эта величина будет положительной, так как мы предполагаем притягивающее действие массы M_1.

Следовательно, полная энергия массы M_2 на расстоянии r равна

$$E = M_2c^2 + \frac{2kM_1 M_2}{r} = M_2c^2\left(1 + \frac{2k M_1}{c^2r}\right) = M_2c^2\left(1 + \frac{2\alpha}{r}\right) = M_2c^2n,$$

где $\alpha = \frac{kM_1}{c^2}$, так наз. гравитационному радиусу массы M_1

$$n = 1 + \frac{2\alpha}{r}$$

Напишем выражение для энергии так:

$$E = (M_2c)\ (cn).$$

По определению Энгельса, это значит, что действие притяжения таково, как-будто скорость распространения c увеличилась в n раз.

Отсюда мы получаем ур-ие

$$V_s = cn,$$

где V_s—означает скорость в данной точке траектории. Это ур-ие вместе с ур-ием Кеплера дает решение задачи [1]). Угол отклонения получается равным

$$\varphi = \frac{4\alpha}{R},$$

[1]) См. Приложение (II).

где α — гравитационный радиус массы M_1, R — ближайшее расстояние при прохождении мимо массы M_1.

Если не принимать во внимание изменение потенциала в зависимости от скорости, то вместо $\frac{2kM_1 M_2}{r}$ необходимо взять $\frac{kM_1 M_2}{r}$; тогда $n=1+\frac{\alpha}{r}$, и угол отклонения получается равным

$$\varphi=\frac{2\alpha}{R}.$$

Эта величина впервые получена Сольднером (1811 г.) [1]).

Таким образом, рассматривая массу M_2 как обычную массу, подвергающуюся лишь удвоенному гравитационному действию вследствие наличия скорости c, мы получили определенный угол отклонения, оправдываемый наблюдением. Но мы видели выше, что при движении масс по направлению к центру тяготения гравитационное действие не только не должно увеличиваться, но, наоборот, уменьшаться и при очень больших скоростях превратиться в свою противоположность, т.-е. отталкивание.

Спрашивается, каким образом отталкивание может обусловить явление тождественное с притяжением?

Ответ на этот вопрос очень прост: обычные массы не движутся со скоростью света. Скорость обычных масс очень мала сравнительно со скоростью света. Со скоростью света движется только свет, и лишь скорости электронов приближаются к скорости света; наблюдение, которое дает угол отклонения $\frac{4\alpha}{R}$, относится к свету, именно к свету, испускаемому звездами. Если это так, то при помощи определения Энгельса легко показать, что отталкивание вызывает тот же угол отклонения, что и вышеуказанное притяжение. В самом деле, при наличии отталкивания частица M_2 потеряет энергию при переходе из бесконечности на расстояние r. Чтобы вычислить эту потерю, возьмем Герберовское выражение для силы F:

$$F=\frac{-kM_1M_2}{r^2}\left[1-\frac{3}{c^2}\left(\frac{dr}{dt}\right)^2+\frac{6r}{c^2}\frac{d^2r}{dt^2}\right]$$

[1]) См. Приложение (I), где показано, как при помощи обычных ур-ий теории тяготения получается искомый угол.

В первом приближении можно считать скорость $\frac{dr}{dt}$ — величиной постоянной и равной c—скорости света; третий член исчезает, и мы получаем:

$$F = \frac{-kM_1M}{r^2}\left(1 - \frac{3v^2}{c^2}\right) = \frac{+2kM\ M_2}{r^2},$$

где $v = \frac{dr}{dt}$ — постоянная величина скорости, равна c.

Обычный Ньютонов потенциал, соответствующий этому выражению силы, будет:

$$P = \frac{-kM_1M_2}{r}\left(1 - \frac{3v^2}{c^2}\right) = \frac{+2kM_1M_2}{r}.$$

Чтобы найти потерю энергии при переходе из бесконечности на расстояние r, необходимо взять разность потенциалов на бесконечном расстоянии и на расстоянии r.

$$e = \left| -\frac{kM_1M_2}{r}\left(1 - 3\frac{v^2}{c^2}\right)\right|_{r=\infty,\ v=c} - \left| -\frac{kM_1M_2}{r}\left(1 - 3\frac{v^2}{c^2}\right)\right|_{r=r,\ v=c} =$$

$$= -\frac{2kM_1M_2}{r},$$

т.-е. происходит действительно потеря энергии (знак минус).

Следовательно, энергия частицы на расстоянии r будет

$$E = M_2c^2 - \frac{2kM_1M_2}{r} = M_2c^2\left(1 - \frac{2kM_1M_2}{c^2r}\right) = M_2c^2\left(1 - \frac{2\alpha}{r}\right) = M_2c^2n_1,$$

где $n_1 = 1 - \frac{2\alpha}{r}$.

По определению Энгельса:

$$E = (M_2c)(cn_1),$$

т.-е. скорость световой частицы вместо c сделалась cn_1.

Отношение скоростей света в эфире и в данной среде называется в физике абсолютным показателем преломления среды. Следовательно, показатель преломления среды поля тяготения на расстоянии r будет:

$$n = \frac{c}{cn_1} = \frac{1}{n_1} = \frac{1}{1 - \frac{2\alpha}{r}} = 1 + \frac{2\alpha}{r},$$

ибо α(=1,5 клм. для солнца) очень мало сравнительно с расстоянием r.

Таким образом, поля тяготения по отношению к свету являются средами с показателем преломления равным $1 + \frac{2\alpha}{r}$, где α— гравитационный радиус поля.

Теперь перед нами оптическая задача: луч света идет из бесконечного расстояния через среду с показателем преломления $n = 1 + \frac{2\alpha}{r}$; определить полный угол преломления при прохождениии на «видимом расстоянии» R от центра среды. Это есть общеизвестная задача рефракции. Ее решение[1]) дает угол

$$\varphi = \frac{4\alpha}{R}$$

Объяснение указанного парадокса сводится, стало-быть, к следующему.

Если бы масса, движущаяся со скоростью c, была обычной «изолированной материальной массой в пустоте», то вследствие отталкивательного действия поля тяготения и обусловленной при этом потере энергии и скорости при переходе из бесконечности на расстояние r, масса, при прохождении мимо центра притяжения, не только не приближалась бы к нему, но, наоборот, отклонялась бы в сторону под влиянием силы отталкивания. Но так как мы в действительности имеем дело со световой массой в эфире, а свет при уменьшении своей скорости в среде преломляется в сторону больших показателей преломления, то происходит видимое притяжение световой массы. Здесь перед нами блестящий образец диалектики в физике, который мог бы доставить большое удовлетворение самому Гегелю.

Подводя итог, мы видим, что указанное нами увеличение гравитационной массы $M_g^v = M_g^0 \left(1 + \frac{v^2}{c^2}\right)$ в действительности является изменением, эквивалентным чрезвычайно сложному процессу движения света в гравитационных средах[2]).

[1]) Это решение мы даем в Приложении (III).

[2]) Легко видеть, что замена в формуле $P = \frac{-kM_1M_2}{r}$ массы M_2 через $M_2\left(1 + \frac{v^2}{c^2}\right)$ эквивалентна замене через Герберовское значение $M_2\left(1 - \frac{3v^2}{c^2}\right)$ при v c, Разница получается лишь в знаках: знак минус переходит в плюс, что и означает диалектику гравитационных действий.

7. Определение Энгельса и смещение спектральных линий к красному концу.

При изучении действия тяготения на свет возникает следующий вопрос: какова разница между светом, распространяющимся по поверхности центра притяжения, и тем светом, который, оторвавшись от этой поверхности, воспринимается на далеком расстоянии от гравитационной массы, на которой свет возник? Теория относительности Эйнштейна приводит к заключению, что последнего рода свет должен определенным образом изменять свою частоту, и, следовательно, спектральные линии солнечного, например, света должны быть определенным образом смещены относительно линий света земных источников, распространяющегося по земной поверхности. Мы покажем, что наша теория приводит к тождественным результатам, при чем нет никакой необходимости в тех специальных гипотезах касательно пространства и времени, к которым прибегает Эйнштейн.

Чтобы получить величину смещения спектральных линий, необходимо прежде всего указать на физическое различие между процессом движения света, испускаемого звездой и проходящего мимо солнца, и процессом солнечного лучеиспускания. В первом случае мы имеем световую массу из чуждой системы (звезды), которая, имея на бесконечном расстоянии скорость c, приближается к солнцу, приблизительно сохраняя эту скорость. Вот почему для вычисления величины потери энергии мы берем выражения потенциала для $r=\infty$, $v=c$ и $r=r$, $v=c$.

Во втором случае та масса, которая образует световую массу, сначала находится в покое на поверхности солнца ($v=O$, $r=R$, где R—радиус солнца); приобретя скорость c и оторвавшись от поверхности солнца, масса уходит на далекое (бесконечное) расстояние, где имеет скорость, равную c($r=\infty$, $v=c$). Следовательно, для вычисления энергии необходимо взять разность потенциалов для системы значений: $r=R$, $v=O$ и $r=\infty$, $v=c$[1]).

[1]) Таков формальный ход процесса. В Приложении IV мы доказываем, что действительное протекание процесса излучения соответствует указанному в тексте результату. Там же мы показываем, как тот же результат получается, если стоять на чисто формальной точке зрения формулы $\overset{v}{Mg} = \overset{0}{Mg}\left(1+\frac{v^2}{c^2}\right)$. Эйнштейн шел именно этим формальным путем. Кроме того, тот же результат получается, если исходить из модели механизма тяготения Лесажа-Томсона, при более сложных, однако, предпосылках.

Это дает:

$$e=\left[-\frac{kM_1M_2}{r}\left(1-3\frac{v^2}{c^2}\right)\right]_{r=R, v=0}-\left[-\frac{kM_1M_2}{r}\left(1-3\frac{v^2}{c^2}\right)\right]_{r=\infty, v=c}=$$

$$=\frac{-kM_1M_2}{R},$$

т.-е. происходит потеря энергии (знак минус). Если обозначить световую массу через M_2, то в момент возникновения энергия этой массы будет M_2c^2, где c—скорость света. При удалении по радиальному направлению в бесконечность происходит потеря энергии, равная $\frac{kM_1M_2}{R}$, следовательно, энергия массы m на бесконечном расстоянии будет:

$$E=M_2c^2-\frac{kM_1M_2}{R}=M_2c^2\left(1-\frac{kM_1}{c^2R}\right)=M_2c^2\left(1-\frac{\alpha}{R}\right),$$

где $\alpha=\frac{kM_1}{c_2}$ — гравитационный радиус массы M_1. Полученный результат можно на основании определения Энгельса истолковать или как изменение скорости распространения, или как изменение к о л и ч е с т в а д в и ж е н и я:

$$E=M_1c^2\left(1-\frac{\alpha}{R}\right)=(M_2c)\left[c\left(1-\frac{\alpha}{R}\right)\right]=\left[M_2c\left(1-\frac{\alpha}{R}\right)\right](c)$$

Так как мы предположили выше, что скорость света на бесконечном расстоянии равна c [1]), остается, следовательно, что действие поля тяготения на световую массу заключается в изменении количества движения. Но количество движения и, следовательно, энергия всякого колебательного движения пропорциональна ч а с т о т е, так что влияние гравитационного поля на световую массу заключается в изменении частоты. Это изменение легко вычислить, пользуясь знаменитым законом Планка, дающим зависимость световой энергии от частоты: $E=h\nu$, где h—постоянная Планка. Пользуясь этим законом, получаем два равенства:

$$E_1=M_2c^2=h\nu_1$$

$$E_2=M_2c^2\left(1-\frac{\alpha}{R}\right)=h\nu_2$$

---

[1]) Это есть единственно допустимое, с точки зрения нашей модели предположение: если тяготение «разрывается» в момент достижения скорости распространения c, то иной скорости быть не может уже у самой поверхности источника. Исходя из модели Лесажа-Томсона, мы получаем тот же формальный результат, но в этом случае процесс протекает иначе. Об этом см. приложение IV.

Первое равенство дает величину частоты до удаления с поверхности гравитационной массы M_1, второе — после удаления на бесконечное расстояние.

Деля первое равенство на второе, получаем:

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{1}{1 - \frac{\alpha}{R}} = 1 + \frac{\alpha}{R},$$

в виду малости α (1,5 клм. для) солнца—гравитационного радиуса сравнительно с геометрическим (в данном случае солнца).

Так как

$$\nu_1 = \frac{c}{\lambda_1}, \quad \nu_2 = \frac{c}{\lambda_2},$$

где λ — длина волны, то

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = 1 + \frac{\alpha}{R} \text{ или } \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\lambda_1} = \frac{\alpha}{R}$$

В общем виде обозначая $\lambda_2 - \lambda_1 = \Delta\lambda$:

$$\Delta\lambda = \frac{\alpha}{R}\lambda$$

Это и есть закон Эйнштейна для смещения спектральных линий. Для солнца $\frac{\alpha}{R} = 2 \,.\, 10^{-6}$. Средняя величина из 23-х наблюдений различных авторов над смещением спектральных линий получилась равной $1{,}85 \,.\, 10^{-6}$. Для диалектика это несовпадение вполне понятно, ибо абстрактное рассмотрение явления, к которому вынуждена прибегать всякая теория, не может дать точного изображения столь сложного явления, как солнечное лучеиспускание [1]).

Укажем в заключение, что из данного нами анализа видно, что движение световой массы от центра притяжения происходит так, как-будто масса эта «разрывает» силы притяжения, потеряв при этом потенциональную энергию $\frac{kM_1M_2}{R}$, которую эта масса имела на поверхности.

---

[1]) См. статью В. Фесенкова в «Вестнике Комм. Академии», № 13, в которой очень хорошо выявлена сложность действительных процессов, абстрактно рассмотренных в этой работе.

7. Определение Энгельса и основы световой механики. Эффект Допплера. Эффект Комптона. Формула Эйнштейна—Френеля—Физо. Соотношение: K-n².

а) Основы световой механики.

Самое существенное в Энгельсовском определении энергии—это выделение картезианского понятия количества движения. Понимание энергии как движения количества движения бросает яркий свет на важнейшие проблемы физики. Такое понимание в связи с законами сохранения количеств движения и энергии (живой силы) образует мощное орудие физического анализа. В частности, закон сохранения энергии становится естественным дополнением закона сохранения количеств движения. Если количества движения до и после взаимодействия обозначить через $\overline{MV}$, $\overline{mv}$ и $\overline{MV_1}$, $\overline{mv_1}$, соответствующие скорости распространения через C, c и C_1, c_1,—то законы эти утверждают, что:

$$\overline{MV} + \overline{mv} = \overline{MV_1} + \overline{mv_1}$$
$$(MV)C + (mv)c = (MV_1)C_1 + (mv_1)c_1.$$

Черточки над выражениями количеств движения показывают, что это величины векториальные (направленные), т.-е. действия над ними подчиняются законам геометрических действий. Выраженный в такой форме закон сохранения энергии приобретает чрезвычайно важную физическую наглядность, обнаруживая те реальные физические элементы, которые образуют состав закона.

Расчлененное, таким образом, понятие энергии может служить основой световой механики. Для ее построения необходимо принять во внимание современное воззрение на природу света. Согласно Дж. Дж. Томсону [1]), свет представляет собою вихревое электромагнитное кольцо, чрезвычайно малых размеров, окруженное электромагнитными волнами «максвелловского типа». Для волн очень большой частоты (Рентгеновы и гамма-лучи) можно считать, что световая энергия всецело заключена в кольце, так что получаются световые корпускулы.

[1]) См. «Структура света»,—«Под знаменем марксизма», № 11—12, 1925 год.

Еще В. Томсон показал [1]), что вихревое кольцо можно рассматривать, как настоящий упругий атом; следовательно, к световым атомам можно приложить метод Ньютона, который построил свою механику на понятии атома в связи с явлением тяготения [2]). Мы и применим метод Ньютона для формулировки основ световой механики. Сущность этого метода, как мы показали в работе «Наука и гипотеза», в том, что Ньютон из закона падения тел извлек предварительно понятие атома материи. Эту работу в области световой механики выполнила современная теория света, обосновав понятие светового атома. Практически измерение Ньютоновой массы сводится к измерению веса, т.-е. ускорения в полях тяжести. Точно так же практическое измерение световой массы сводится к измерению частоты. В самом деле, согласно закону Энгельса, световая масса m_e определяется соотношением

$$m_e = \frac{E}{c^2}.$$

Согласно же закону Планка

$$E = h\nu.$$

Следовательно,

$$m_e = \frac{h\nu}{c^2}.$$

Установив понятие массы, Ньютон, пользуясь картезианским понятием количества движения (mv), формулировал основной закон движения (Lex II): «Изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует». Математически:

$$F = \frac{d(mv)}{dt}.$$

Определение энергии Энгельса дает возможность строгого определения понятия количества движения для световой массы. Согласно Энгельсу,

$$E = (m_e c) \cdot c, \text{ откуда } m_e c = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c}.$$

---

[1]) См. В. Томсон: «Вихревой атом»,—«Под знаменем марксизма», № 10—11, 1924 г.

[2]) См. нашу работу «Наука и гипотеза».

Пользуясь законом Ньютона, имеем:

$$F = \frac{d(m_e c)}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{h\nu}{c}\right) = \frac{h}{c}\,\frac{d\nu}{dt} = m\,\frac{d\nu}{dt},$$

где $m = \frac{h}{c}$ (с считается константой). Мы видим, таким образом, что в световой механике роль постоянной Ньютоновой массы играет постоянная величина $\frac{h}{c}$ (фиктивная световая масса), а роль скорости—частота ν (фиктивная скорость). Пользуясь этими определениями, можно применить выводы Ньютоновой механики к рассмотрению явлений света. Легко, например, получить, пользуясь выражением для силы F, формулы смещения спектральных линий и отклонения лучей в поле тяжести. При этом необходимо, однако, иметь в виду диалектику гравитационных действий, непосредственно вытекающую из энгельсовского определения энергии. Мы видели выше, что действие силы тяжести на световую массу иное, нежели на массу малой скорости, при чем действие это зависит также от направления движения в поле тяжести. Непринятие во внимание этих обстоятельств ведет к неправильным результатам [1]).

Мы займемся рассмотрением некоторых замечательных эффектов световой механики, именно эффектов Допплера, Комптона и Френеля—Физо. Прилагая к ним основные законы сохранения количеств движения и энергии (в Энгельсовской форме), мы, наряду с обозначениями действительных масс m_e и скоростей v, будем пользоваться вышеуказанными обозначениями

---

[1]) Указанной формулой пользуется К. Шапошников («Zeitschrift für Physik», 1926, т. 36, 1): получив для отклонения лучей формулу Сольднера, Шапошников пытается защитить ее ссылкой на работы Гоппмана, пользующегося гипотезой Курвуазье. Не говоря уж о том, что гипотеза Курвуазье вызывает большие затруднения (при наличии столь плотной атмосферы вокруг солнца, как это вытекает из гипотезы Курвуазье, длина года должна была бы уменьшаться на несколько дней в столетие), Шапошников не обнаруживает понимания методологии доказательств, особенно важной, если мы имеем дело со столь тонкими явлениями, как отклонение лучей. Удивительно то, что этому автору не приходит в голову мысль о недопустимости полного отожествления световой массы с обычной, отожествления, лежащего в основе формулы Сольднера. Знание диалектики, несомненно, направило бы Шапошникова и ему подобных на более правильный путь.

масс и скоростей фиктивных. Напомним существующие здесь отношения:

$$m_e = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{m}{c}\nu; \; m_e c = m\nu.$$

б) Эффект Допплера.

Эффект Допплера заключается в том, что скорость и направление движения источника волновых движений влияют на частоту.

Формулу эффекта Допплера можно очень просто вывести следующим образом:

Обозначим через v скорость испускающего свет тела, через α—угол между направлением скорости v и направлением лучей (см. рис. 2):

Обозначим далее через $m\nu = \frac{h}{c}\nu; = m_e\, c$ количество движения световой кванты (вихревого кольца), испускаемой неподвижным источником.

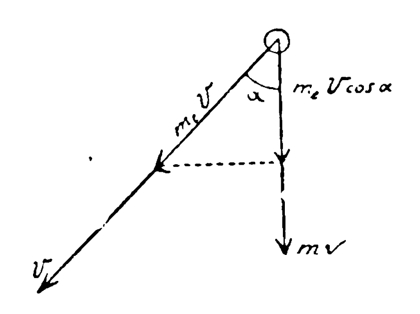


Рис. 2.

Движение тела со скоростью v сообщает действительной массе кванты m_e количество движения m_e v по направлению $\pm$ v и, стало быть, $\pm$ m_e v $\cos\alpha$ по направлению движения кванты. Таким образом, полное количество движения кванты будет $m\nu \pm m_e v \cos\alpha$. Если результирующее количество движения кванты есть $m\nu_1$, то

$$m\nu + m_e v \cos\alpha = m\nu_1.$$

Но $m = \frac{h}{c}$, $m_e = \frac{h\nu}{c^2}$, стало быть,

$$\frac{h\nu}{c} \pm \frac{h\nu}{c^2} v \cos\alpha = \frac{h\nu_1}{c}$$

$$\nu \left(1 \pm \frac{v}{c} \cos\alpha\right) = \nu_1 \text{ или } \frac{\nu_1}{\nu} = 1 \pm \frac{v}{c} \cos\alpha$$

$$\frac{\nu_1 - \nu}{\nu} = \frac{\Delta\nu}{\nu} = \pm \frac{v}{c} \cos\alpha.$$

Это и есть формула эффекта Допплера.

Более строгий вывод можно получить так [1]). Рассмотрим излучающий атом массы M. Если атом неподвижен, то излучение световой кванты определяется законом Бора:

$$E - E_1 = (m\nu) \cdot c = h\nu \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1),$$

где E и E_1 — энергии атома до и после излучения. Пусть излучающий атом движется со скоростью v. Излучая энергию $(m\nu_1) c = h\nu_1$, атом, согласно закону действия и противодействия, изменяет свою скорость в v_1 так что если энергия атома до излучения была [2]) $E + \frac{Mv^2}{2}$, то после излучения она сделалась $E_1 + \frac{Mv_1^2}{2} + h\nu_1$. Согласно закону сохранения энергии, имеем;

$$E + \frac{Mv^2}{2} = E_1 + \frac{Mv_1^2}{2} + h\nu_1 \quad . \quad . \quad . \quad (2);$$

или, пользуясь ур-ием (1):

$$E - E_1 + M\frac{v + v_1}{2}(v - v_1) = h\nu + Mv\Delta v = h\nu_1,$$

так как, вследствие малости разности $v - v_1$, величина $\frac{v + v_1}{2}$ приблизительно равна v.

Отсюда

$$h(\nu - \nu_1) = h\Delta\nu = Mv\Delta v \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3).$$

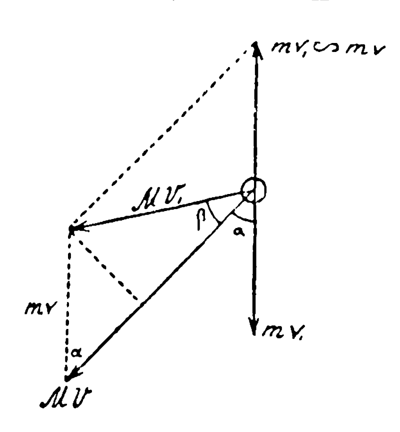


Рис. 3.

По закону сохранения количеств движения, испускание кванты $m\nu_1$ сопровождается «отдачей», т.-е. приобретением испускающим атомом обратного по знаку количества движения; следовательно, результирующая Mv_1 равна геометрической сумме Mv и $-m\nu_1$ (см. рис. 3). В первом приближении будем считать, что $m\nu_1 = m\nu$. Проектируя $m\nu$ и Mv_1 на Mv, получаем:

$Mv = m\nu\cos\alpha + Mv_1 \cos\beta =$
$= m\nu\cos\alpha + Mv_1$, в виду малости

[1]) См. Зоммерфельд. «Строение атома».

[2]) v, разумеется, мало сравнительно со скоростью c, так что мы употребляем обычную формулу кинетической энергии для массы M.

угла β, определяющего влияние излучения на направление скорости v. Отсюда

$$M(v - v_1) = M\Delta v = m\nu\cos\alpha = \frac{h\nu}{c}\cos\alpha, \text{ так как } m = \frac{h}{c}.$$

Это ур-ие в связи с ур-ием (3) дает:

$$v \cdot \frac{h\nu}{c}\cos\alpha = h\Delta\nu \text{ или}$$

$$\frac{\Delta\nu}{\nu} = \frac{v}{c}\cos\alpha.$$

в) Эффект Комптона.

Сущность эффекта Комптона в следующем. Если жесткие Рентгеновы лучи, т.-е. такие, которые с наибольшим правом можно считать состоящими из корпускул, падают на рассеивающую поверхность, то вторичные рассеянные лучи обнаруживают «сдвиг частоты» по отношению к первичным. Обозначим угол рассеяния через α, через $m\nu = \frac{h}{c}\nu$, $m\nu_1 = \frac{h}{c}\nu_1$ и Mv соответственно количества движения падающей кванты, отраженной и атома, вследствие столкновения с которым и получается отражение квантового атома—кольца.

Эти три количества движения, очевидно, образуют Δ-ик (см. рис. 4):

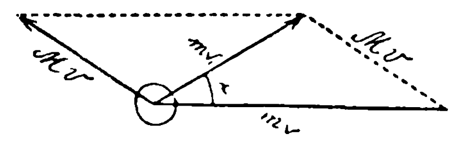


Рис. 4.

Из общеизвестной тригонометрической формулы имеем:
$M^2v^2 = m^2\nu^2 + m^2\nu_1^2 - 2m^2\nu\nu_1\cos\alpha$ . . . . . . (1).

С другой стороны, по закону сохранения энергии:

$$m\nu c = m\nu_1 c + \frac{M}{2}v^2 \text{ или } 2mc(\nu - \nu_1) = 2mc\Delta\nu = Mv^2.$$

Подставляя эту величину в ур-ие (1), получаем

$$2Mmc\Delta\nu = m^2\nu^2\left(1 + \frac{\nu_1^2}{\nu^2} - 2\frac{\nu_1}{\nu}\cos\alpha\right) \quad . \; . \; . \; . \quad (2).$$

Вследствие малости, разность $\nu - \nu_1 = \Delta\nu$, величина $1 - \frac{\nu_1}{\nu} = 0$, следовательно, $\left(1 - \frac{\nu_1}{\nu}\right)^2 = 0$, откуда $1 + \frac{\nu_1^2}{\nu^2} = 2\frac{\nu_1}{\nu}$, так что ур-ие (2) принимает вид:

$$2Mmc\Delta\nu = 2m^2\nu\nu_1\ (1 - \cos\alpha),$$

откуда

$\frac{\Delta\nu}{\nu\nu_1} = \frac{m}{Mc}(1 - \cos\alpha)$; заменяя m через $\frac{h}{c}$, а $(1 - \cos\alpha)$ — через $2\sin^2\frac{\alpha}{2}$, получаем окончательно:

$$\frac{\Delta\nu}{\nu\nu_1} = \frac{2h}{Mc^2}\sin^2\frac{\alpha}{2} \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \quad (3).$$

Если вместо частот пользоваться длинами волн, то

$$\lambda = \frac{c}{\nu},\ \lambda_1 = \frac{c}{\nu_1},\ \Delta\lambda = \lambda_1 - \lambda = \frac{c}{\nu_1} - \frac{c}{\nu} = \frac{c(\nu - \nu_1)}{\nu\nu_1} = \frac{c\Delta\nu}{\nu\nu_1},$$

откуда $\frac{\Delta\nu}{\nu\nu_1} = \frac{\Delta\lambda}{c}$; подставляя это значение в формулу (3), получаем

$$\Delta\lambda = \frac{2h}{Mc}\sin^2\frac{\alpha}{2}.$$

Согласно гипотезе Комптона, очень жесткие Рентгеновы лучи передают свое количество движения, главным образом, электронам, так что $M = m_e$ = массе электрона.

$\Delta\lambda = \frac{2h}{m_e c}\sin^2\frac{\alpha}{2} = 2\lambda_0 \sin^2\frac{\alpha}{2}$, где $\lambda_0 = \frac{h}{m_e c}$, как наз. универсальная длина волны, определяемая тремя универсальными константами c, h и m_e. Разумеется, для обычных лучей, для которых размеры квантовых колец сравнимы с размерами атома, столкновение происходит также с атомным ядром, так что величина $\Delta\lambda$ получается в тысячи раз меньшая. Так как $\lambda_0 = 0{,}024 . 10^{-8}$ см., то отсюда ясна вся трудность наблюдения эффекта Комптона даже для жестких рентгеновых лучей, а тем более для обычных, в случае которых бессильны самые точные оптические наблюдения, улавливающие лишь величины бо̀льшие 10^{-13} см.

Разумеется, что и в случае Рентгеновых лучей энергия в известной мере передается и атому, так что величина M формулы

остается, в сущности говоря, неопределенной. Более точно разработанная теория, путем введения дополнительных гипотез, должна будет расчленить массу М, и это именно послужит лучшим доказательством эффекта Комптона, подобно тому, как учет движения ядра и влияния этого движения на постоянную Ридберга—Ритца служит одним из сильнейших доказательств теории Бора.

г) Формула Эйнштейна—Френеля—Физо.

Изучая распространение света в движущихся средах, Френель дал формулу, экспериментально проверенную Физо:

$$C_1 = \frac{c}{n} \pm \frac{n^2-1}{n^2} v.$$

Здесь c_1—скорость распространения света в эфире, находящемся в среде показателя преломления n, движущейся со скоростью v относительно источника, предполагаемого неподвижным в эфире.

Чтобы вывести эту формулу, докажем предварительно следующую теорему:

Теорема. Среда показателя преломления n, движущаяся со скоростью v в эфире, сообщает световой массе m_e дополнительное количество движения $\frac{m_e v}{n}$.

В самом деле, с оптической точки зрения, материальная среда показателя преломления n есть «эфир», в котором скорость распространения равна $\frac{c}{n}$. Приведение в движение со скоростью v такого «эфира» можно рассматривать, как сообщение находящейся в нем световой массе m_e дополнительного количества движения $m_e v$. По определению Энгельса, соответствующая энергия будет:

$$E_g = (m_e v) \,.\, \frac{c}{n}.$$

Но ту же самую энергию имеет количество движения $\frac{m_e v}{n}$ в действительном эфире:

$$E_g = (m_e v). \frac{c}{n} = \left(\frac{m_e v}{n}\right). c,$$

что и доказывает нашу теорему.

Обозначим теперь через $m_e c$ количество движения в эфире, обусловленное источником. Полное количество движения в эфире будет:

$$m_e c + \frac{m_e v}{n},$$

что при результирующей скорости распространения c_1 дает энергию

$$E = \left(m_e c + \frac{m_e v}{n}\right) c_1 = m_e c c_1 \left(1 + \frac{v}{nc}\right).$$

Ту же самую энергию можно, однако, вычислить при помощи принципа Допплера. В самом деле, процесс распространения света в движущейся среде показателя преломления n можно представить так: атомные вибраторы поглощают энергию источника, а затем испускают ее обратно в среду.

Так как вибраторы движутся со скоростью v, то, предполагая скорость распространения $\frac{c}{n}$ неизменной, получим изменение частоты, равное, согласно закону Допплера, $\nu\left(1 + \frac{vn}{c}\right)$, где $\frac{vn}{c} = v : \frac{c}{n}$ отношению скорости вибраторов к скорости распространения. Если фиктивная масса кванты $= m$, количество движения будет $m\nu\left(1 + \frac{vn}{c}\right)$, что при скорости распространения $\frac{c}{n}$ дает, по определению Энгельса, энергию

$$E = m\nu\left(1 + \frac{vn}{c}\right) \cdot \frac{c}{n} = m\nu\left(\frac{c}{n} + v\right) = m_e c\left(\frac{c}{n} + v\right),$$

так как $m\nu = \frac{h\nu}{c} = m_e c$ по закону Энгельса—Планка.

Вычисленное выражение для энергии должно равняться раньше полученному:

$$E = m_e c\left(\frac{c}{n} + v\right) = m_e c c_1 \left(1 + \frac{v}{nc}\right), \text{ откуда}$$

$$c_1 = \frac{\frac{c}{n} + v}{1 + \frac{v}{nc}} = \frac{\left(\frac{c}{n} + v\right)\left(1 - \frac{v}{nc}\right)}{1 - \frac{v^2}{n^2c^2}} = \frac{v + \frac{c}{n} - \frac{v}{n^2} - \frac{v^2}{cn}}{1 - \frac{v^2}{n^2c^2}}$$

Это и есть формула Эйнштейна. При малых, сравнительно со скоростью c, скоростях v, членами $\frac{v^2}{cn}$ и $\frac{v^2}{n^2c^2}$ можно пренебречь. Тогда

$$c_1 = \frac{c}{n} + v - \frac{v}{n^2} = \frac{c}{n} + \frac{n^2-1}{n^2} v.$$

Скорость v может иметь знаки $\left(\frac{+}{-}\right)$. Мы видим, таким образом, что в основе нашего вывода формулы Френеля лежит предположение о том, что влияние скорости v среды определяется величиной $\frac{m_e v}{n}$, и что скорость эта мала сравнительно со скоростью света. Эти предположения имеют вполне реальный физический смысл, в то время как формула Эйнштейна получается ее автором на основе метафизического постулата относительности. Отсюда условно диалектический смысл нашего вывода в противоположность абсолютно-метафизическому характеру вывода Эйнштейна. Так, при $v = c$, $c_1 = c$. Но, с точки зрения нашего доказательства, этот результат не безусловен. В самом деле, из нашего доказательства основной теоремы ясно, что если бы среда показателя преломления n двигалась со скоростью света, то физический эффект такого движения мог бы совершенно уничтожить понятие об «эфире» со скоростью распространения $\frac{c}{n}$, так как при скорости движения c данная среда приобрела бы совершенно новые свойства. Только при v малых сравнительно со скоростью света можно рассматривать движущуюся среду как неизменную и трактовать ее как «эфир» со скоростью распространения $\frac{c}{n}$. Этот результат можно пояснить более наглядным физически выводом формулы Френеля. Если мы считаем нашу среду «эфиром со скоростью распространения $\frac{c}{n}$», то, согласно точному смыслу этого понятия, энергия массы m (обычной) должна равняться $\left(\frac{mc}{n}\right) \cdot \left(\frac{c}{n}\right) = \frac{mc^2}{n^2}$. Таким образом, при переходе энергии mc^2 из эфира в среду, должна теряться энергия $mc^2 - \frac{mc^2}{n^2} = mc^2\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$. Такая потеря в известной мере, конечно, происходит, но для прозрачных, малопоглощающих тел (у Физо вода) ею можно пренебречь. Отсюда вытекает то, что

среда обладает механизмом, «восстанавливающим» обратно поглощенную энергию $mc^2\left(1-\frac{1}{n^2}\right)$, так что при выходе света из среды энергия прежняя [1]):

$$mc^2=\frac{mc^2}{n^2}+mc^2\left(1-\frac{1}{n^2}\right).$$

Отсюда ясно, что среда, обладающая механизмом «восстановления» $\left(1-\frac{1}{n^2}\right)$ части поступающей энергии (mc^2), должна обладать «коэффициентом увлечения» $\left(1-\frac{1}{n^2}\right)$, так что искомая скорость c_1 будет:

$$c_1=\frac{c}{n}\pm v\left(1-\frac{1}{n^2}\right)=\frac{c}{n}\pm\frac{n^2-1}{n^2}v.$$

Из этого вывода формулы Френеля особенно отчетливо видны физические пределы ее приложимости.

д) Вывод основного соотношения электромагнитной теории света:

Пользуясь определением Энгельса, можно очень просто получить основное соотношение между диэлектрической постоянной среды K и ее показателем преломления n, устанавливаемое электромагнитной теорией света и упоминаемое Энгельсом в «Диалектике природы» (статья «Электричество»):

$$K=n^2.$$

Для этого вообразим, что в эфире ($K=1$, $n=1$) распространяется энергия плотности Mc^2. Пусть эта энергия перешла в среду диэлектрической постоянной K и показателя преломления n. Если эта среда очень прозрачна, т.-е. не погло-

---

[1]) Закон сохранения в форме Энгельсовского определения будет:

$$mc^2=(mc)(c)=(mcn)\left(\frac{c}{n}\right),$$

т.-е. в среде происходит перераспределение количеств движения и скоростей распространения. Это явление очень сложное, в нем играют роль так наз. диэлектрическая (K) и магнитная (μ) константы среды. В математической физике оно дается ур-ием так наз. вектора энергии Пойнтинга.

$$P=\frac{c}{4\pi}EH=\left(\frac{K}{4\pi}E^2\right)\left(\frac{c}{n}\right)=\left(\frac{\mu}{4\pi}H^2\right)\left(\frac{c}{n}\right);$$

E и H—электрическая и магнитная силы.

щает энергии, то, согласно закону сохранения энергии, плотность энергии в световой форме должна остаться неизменной.

Будем теперь считать нашу среду, как и в случае вывода формулы Френеля, «фиктивным эфиром». Тогда, согласно определения Энгельса, если скорость распространения в «эфире» $\frac{c}{n}$, количество движения будет $M\frac{c}{n}$ и, следовательно, энергия $\frac{Mc^2}{n^2}$. Но из теории электромагнетизма известно, что в среде с диэлектрической постоянной K плотность энергии увеличивается в K раз сравнительно с чистым эфиром. Заменяя Mc^2 через KMc^2, получим плотность энергии в нашем фиктивном эфире равной $\frac{KMc^2}{n^2}$. По закону сохранения энергии:

$$\frac{KMc^2}{n^2} = Mc^2,$$

откуда

$$K = n^2.$$

Наш вывод отличается той особенностью, что он не только показывает, что $K = n^2$, но и объясняет, почему это так, и в каких пределах равенство имеет силу.

Мы видим, в самом деле, что фактор n^2 (дисперсия), находясь в знаменателе, стремится уменьшить плотность поступающей в среду энергии; фактор K, находясь в числителе, противодействует этой тенденции. Кроме того, пользование при выводе законом сохранения энергии прямо указывает, что полученное соотношение имеет силу только для малопоглощающих, сильно прозрачных сред. Таким образом, для сред с аномальной дисперсией и с большим коэффициентом поглощения полученное соотношение не имеет силы.

Общеизвестно, что к такому именно выводу пришли многочисленные исследователи вопроса о соотношении $K = n^2$.

8. Определение Энгельса и природа всемирного тяготения.

В § 5 мы дали вывод формулы Гербера, пользуясь определением энергии Энгельса. В этом выводе основную роль играло представление о «потоке тяготения». Какова природа этого потока? Из формулы Гербера в связи с движением перигелия

Меркурия и другими выводами получается, что скорость этого потока равна скорости света c.

Это наводит на мысль, что поток тяготения—оптического характера.

Не пытаясь пока дать более точного представления о механизме тяготения и придерживаясь лишь формальной модели Римана, мы сейчас дадим замечательное доказательство того, что тяготение действительно обусловлено потоком энергии оптической природы.

Пусть у нас имеются две тяготеющие массы M_1 и M_2 на расстоянии r. Потенциал этих масс будет, согласно Ньютону, $k\,\frac{M_1M_2}{r}$. Если тяготение действительно обусловлено световым потоком, то, предполагая, что поток исходит главным образом из тела M_1 (т.-е. что тело M_2 мало сравнительно с M_1), и обозначая количество светового движения, вызывающее явление тяготения через $K\nu$ (K—фиктивная световая масса, ν—частота), скорость распространения—через c, будем иметь согласно определению Энгельса:

$$E = K\nu c = k\,\frac{M_1M_2}{r} \quad . \quad . \quad . \quad (1).$$

Предположим теперь, что масса M_2 движется относительно M_1 со скоростью $\pm v_r$. Если поток тяготения употребляет время $\triangle t$, чтобы пройти расстояние r, то $r = c\triangle t$; кроме того, за время $\triangle t$ тело успевает пройти расстояние $\pm v_r \triangle t = \pm \triangle r$, так что «статическое расстояние», т.-е. то, на котором входит в полное действие статический закон Ньютона, будет $r \pm \triangle r$. Если поток тяготения действительно оптической природы, то, пользуясь формальной моделью Римана, мы можем приложить к взаимному движению тел принцип Допплера. При относительной скорости «источника» и «стока» $\pm v_r$, принцип Допплера указывает на изменение частоты, так что ν переходит в $\nu\left(1 \pm \frac{v_r}{c}\right)$, а распределение энергии или потенциал, согласно определению Энгельса, в

$$E_c = K_1\nu\left(1 \pm \frac{v_r}{c}\right)c = \frac{kM_1M_2}{r \pm \triangle r} \quad . \quad . \quad . \quad (2).$$

В действительности, однако, движется только тело M_2, а не M_1, так что частота испускаемого потока энергии не может

измениться, а изменяется лишь распределение потенциальной энергии в поле, т.-е. потенциал тела M_2 в поле тяготения M_1. Из формулы (2) получаем таким образом:

$$E_k = K_1 \nu c = \frac{kM_1M_2}{(r \pm \Delta r)\left(1 + \frac{v_r}{c}\right)} = \frac{kM_1M_2}{r\left(1 + \frac{v_r}{c}\right)^2},$$

так как $r + \Delta r = r\left(1 + \frac{\Delta r}{r}\right) = r\left(1 \pm \frac{\Delta r}{c\Delta t}\right) =$

$$r\left(1 \pm \frac{v_r}{c}\right).$$

Мы получили, стало быть, формулу Гербера, объясняющую аномалию движений планет, отклонение лучей света в поле тяжести солнца и красное смещение!

Этот факт позволяет нам с большой уверенностью утверждать, что тяготение действительно обусловлено потоком *лучей тяготения*. Но какова частота этих лучей? Чтобы ответить на этот вопрос, вполне строго необходима детальная и физически - конкретная, а не формальная, разработка электромагнитной теории тяготения. Мы здесь ограничимся вычислением этой частоты на основании синтетических соображений, связанных с моделью Римана.

Для того, чтобы понять наш метод вычисления, необходимо прежде всего вспомнить об основе Ньютоновской теории всемирного тяготения. Этой основой является закон падения тел Галилея. Одинаковость падения всех тел в поле земной тяжести навела Ньютона на мысль об однородном (едином) атомистическом строении материи. Понятие «материальной точки», т.-е. атома, играет основную роль в теории Ньютона — тяготение больших масс выводится на основании учета взаимодействий отдельных «материальных точек». Современная физика твердо установила, что материя в *известном отношении* действительно однородна (едина) и в конечном счете состоит из протонов и электронов. Следовательно, с физической точки зрения «материальной точке» теории тяготения Ньютона соответствует атом водорода, состоящий из тяжелого центрального ядра —протона и легкого—электрона. Атом водорода m_n можно, таким образом, считать элементарным «источником тяготения».

Для большей общности мы будем таковым считать массу $k_1 m_n$, где n_1—некоторая дробь, равная $1/_{2000}$ в случае электрона.

Обратимся теперь к Римановой модели тяготения. Как было уже сказано выше, Риман толкует основное ур-ие теории тяготения:

$$\frac{dFx}{dx} + \frac{dFy}{dy} + \frac{dFz}{dz} = 4\pi\Delta$$

или сокращенно

$$\text{div } F = 4\pi\Delta$$

так: Δ, означающая обычно плотность тяготеющего вещества, есть «производительность источника», т.-е. количество вещества, испускаемого единицей объема источника в единицу времени. Это Римановское истолкование формально принимается также в векторном анализе [1]).

Согласно нашей основной гипотезе, тяготение обусловлено электромагнитными волнами и притом высокой чистоты. Идея о волновой природе механизма тяготения не нова. Впервые она была высказана, кажется, Гуком. Ее разрабатывал целый ряд ученых [2]), например, отец и сын Бьеркнесс, Пирсон, Лоренц, Корн, а в последнее время (1921 г.)—J. J. See и по существу—Эйнштейн. Дж. Дж. Томсон в своем видоизменении знаменитой гипотезы Лесажа также присоединился к такой точке зрения, предложив заменить ультрамировые корпускулы Лесажа Рентгеновыми лучами высокой частоты (см. «Электричество и материя». Гл. VII).

В связи с теорией квант воззрения Томсона приобретают особый интерес,—мы к нему еще вернемся в дальнейшем.

Полагая вместе с Томсоном, что тяготение обусловлено лучами очень высокой частоты, которые безусловно состоят из квант, обозначим через $h\nu$ кванту «лучей тяготения», испускаемых источником. Соответствующая испускаемая источником масса будет $\frac{h\nu}{c^2}$. Отсюда, между прочим, видно,

[1]) См. V. Bjerknes. «Die Kraftfelder» (1909). В этом замечательном сочинении читатель может найти формальную и материальную характеристику понятия источника стока.

[2]) См. статью Ценнека в V томе «Энциклопедии математических наук».

в чем разгадка основной Римановской концепции «источника—стока», которую Риман мистифицировал: всякое испускание или поглощение энергии есть вместе с тем испускание или поглощение массы.

Пусть теперь данный элементарный источник тяготения $k_1 m_n$ испускает в единицу времени k_2 квант $h\nu$ и, следовательно, массу $\frac{k_2 h\nu}{c^2}$. Если плотность вещества Δ, то в единице объема находится $\frac{\Delta}{k_1 m_n}$ элементарных источников, которые испускают, стало быть, в единицу времени массу

$$\frac{\Delta}{k_1 m_n} \cdot \frac{k_2 h\nu}{c^2}.$$

Такова, следовательно, будет «производительность» данного источника. Но величина этой производительности, как мы указали выше, должна совпадать с величиной плотности вещества, т.-е.

$$\frac{\Delta}{k_1 m_n} \cdot \frac{k_2 h\nu}{c^2} = \Delta$$

или

$$\frac{k_2}{k_1} \cdot \frac{h\nu}{m_n c^2} = 1.$$

Иначе говоря, частота лучей тяготения и, следовательно, само тяготение не зависит от плотности тел. Это и есть закон Галилея.

Чтобы определить величину частоты ν, мы должны сделать некоторое предположение относительно отношения $\frac{k_2}{k_1}$.

Предположим сначала, что $\frac{k_2}{k_1} = 1$.

Это предположение можно истолковать так: элементарным источником тяготения является атом водорода ($k_1 = 1$), и каждый такой источник испускает в единицу времени одну кванту энергии ($k_2 = 1$).

Последнее положение в высшей степени замечательно, так как оно утверждает, что в явлении тяготения осуществляется синтез волновой и квантовой природы лучистой энергии, а именно: в течение каждого периода колебания накопляется в вибраторе элементарное количество энергии h, что при ν колебаниях

в секунду дает накопление энергии $h\nu$ и затем скачкообразное ее испускание. Положив $\frac{k}{k_1} = 1$, получаем

$$h\nu = m_n c^2,$$

откуда

$$\nu = \frac{m_n c^2}{h},$$

т.-е. энергия кванты лучей тяготения определяется энергией массы атома водорода.

$h = 6{,}55 \cdot 10^{-27}$; $m_n = 1{,}65 \cdot 10^{-24}$; $c = 3 \cdot 10^{10}$; $\nu = 2{,}28 \cdot 10^{23}$. Полученная величина частоты превосходит все до сих пор экспериментально установленное, и лучи такой частоты должны быть чрезвычайно пронизывающими.

Укажем здесь также, что найденная нами величина ν связана очень простым соотношением с Ньютоновой константой «k» всемирного тяготения, а именно:

$$\nu = \frac{\pi}{khc},$$

т.-е. частота лучей тяготения равна числу π, деленному на произведение трех мировых постоянных—Ньютона, Планка и скорости света.

Простота соотношения указывает на возможность его теоретического вывода, которого нам до сих пор не удалось получить в достаточно строгой форме.

Примем теперь k_1 равным $^1/_{2000}$, т.-е. будем считать элементарным источником тяготения электрон. Чтобы вычислить ν, необходимо знать величину k_2. Здесь мы стоим перед затруднением, так как в теории квант совершенно не разработан еще вопрос о времени испускания квант энергии. Планк в работе «Wärmestrahlung» вычислил на одном примере это время и получил величину 4000 секунд, которую квалифицировал как весьма удивительную. К еще более странным результатам пришли Зоммерфельд и Дебай, у которых время испускания квант оказалось в пределах между долями секунды и несколькими годами (для очень жестких рентгеновских лучей). Между тем, как это указывают Планк и Зоммерфельд, в фотоэлектрическом эффекте промежуток времени между падением даже не очень жестких лучей и выбрасыванием электронов очень мал. Это резкое противоречие между теорией и опытом показывает,

что явление поглощения и испускания лучистой энергии в действительности очень сложно и не укладывается в упрощенные теоретические схемы.

Примем, однако, Планковскую величину в 4000 секунд, относящуюся к фотоэлектрическому эффекту, т.-е. к поглощению энергии электронами. Тогда $k_2 = {}^1/_{4000}$ и $\frac{k_2}{k_1} = \frac{1}{2}$.

Частота будет равна в этом случае $1{,}14 \cdot 10^{23}$.

Нетрудно найти нижний предел k_2, если принять во внимание, что лучи тяготения должны быть абсолютно пронизывающими для обычной материи. В связи с этим вопросом укажем, что впервые лучи высокой частоты были обнаружены в космических пространствах Гессом. В. Нернст (см. его «Мироздание в свете новых исследований») построил на основании этого «излучения Гесса» целую теорию преодоления закона энтропии и возникновения атомов и мировых тел. Излучение Гесса исследовали Зеелигер, Свиннэ и др. В последнее время знаменитый экспериментатор Милликэн опубликовал статью «Космические лучи высокой частоты» [1]).

Вот что говорит Милликэн: «мы обнаружили лучи, приходящие на землю из внешнего пространства, с такой проникающей способностью, что они преодолевали слой в 21 м. воды, что эквивалентно 180 см. свинца. Жесткость этих лучей превосходит, таким образом, все, что можно было воображать (наиболее проникающие лучи медицинских установок проходят 1 см. свинца).

Как указывает Милликэн, порядок частоты найденных им лучей соответствует энергии, выделяющейся при переходе водорода в гелий, т.-е. $6{,}68 \cdot 10^{21}$. Эта величина в 35 раз меньше нами полученной на основании предположения $\frac{k_2}{k_1} = 1$. Лучи тяготения должны быть более проникающими, чем космические лучи Милликэна. Следовательно, нижний предел величины k_2 при $k_1 = {}^1/_{2000}$ будет ${}^1/_{70000}$.

---

[1]) См. «Science», 62, стр. 445, 1925 г.; а также «Успехи физических наук», т. VI.

Что касается верхнего предела, то он будет равен $^{1}/_{2000}$, если считать, что лучи, соответствующие энергии атома водорода, являются вообще говоря предельными [1]).

Укажем в заключение на следующий факт: исследования космических лучей высокой частоты показывают, что лучи эти не испускаются ни землей, ни луной, ни солнцем. Это обстоятельство не находится, однако, в противоречии с развитой нами теорией тяготения и вот почему. Как мы указали выше, Дж. Дж. Томсон предложил заменить в модели тяготения Лесажа ультрамировые частицы Рентгеновыми лучами очень высокой частоты или, как мы скажем сейчас, квантами энергии высокой частоты. Сущность модели Лесажа в следующем: согласно Лесажу, космическое пространство наполнено огромным количеством хаотически движущихся, сильно пронизывающих обычную материю, ультрамировых частиц. Если в такой среде находится один, скажем, атом, то, подвергаясь со всех сторон бомбардировке частиц Лесажа, он в конечном счете не испытывает никакой результирующей силы давления. Но если рядом с ним находится другой атом, то оба атома служат друг для друга как бы ширмами: давление с незащищенной стороны больше, чем со стороны, защищенной атомом-ширмой. Лесаж показал, что его гипотеза приводит к закону тяготения Ньютона. В связи с теорией вихревых атомов гипотезу Лесажа возобновил В. Томсон-Кельвин, определив ультрамировую частицу Лесажа, как упругое вихревое кольцо. Максвелл выставил следующее возражение против гипотезы Лесажа: если бы она была верна, мировые тела должны были бы быть сильно накалены, что не имеет места во всех случаях, в которых проявляется сила тяготения.

---

[1]) Подчеркнем здесь во избежание недоразумений, что наша трактовка природы всемирного тяготения может быть правильно понята, лишь став на диалектическую точку зрения. С этой точки зрения атом и электрон неисчерпаемы. И последние опыты Эренгафта как-будто говорят в пользу существования субэлектрона. Это, конечно, может внести изменения в наши вычисления, но необходимо понять, что диалектика рассматривает тяготение не как абсолютное свойство материи, а как относительное, обусловленное тем или иным механизмом. Мы имеем, именно, в виду не тяготение вообще, а конкретное тяготение, обнаруживающееся в физическом и астрономическом опытах. Это позволяет нам говорить об атомах и электронах, как в известном смысле однородных элементарных источниках тяготения.

Чтобы парировать возражение Максвелла, Дж. Дж. Томсон и предложил свою гипотезу рентгеновских лучей высокой частоты. Томсон указывает, что нет необходимости в том, чтобы энергия, теряемая ультрамировыми частицами при действии механизма тяготения согласно Лесажу, обязательно обращалась в тепловую энергию,—она может обращаться в рентгеновское излучение. В модели Дж. Дж. Томсона фигурирует, стало быть, отражение лучей высокой частоты. Но из нашего анализа эффектов Допплера и Комптона очевидно, что при исследовании этого отражения необходимо принять во внимание оба эти эффекта. Отсюда вытекает возможность формального тождества моделей Римана и Лесажа—Томсона. Принимая последнюю модель, необходимо, однако, считать, что при движении тела от «источника» тяготения со скоростью, напр., света должно наблюдаться приблизительно такой же силы притяжение, каково отталкивание в случае движения по направлению к «источнику».

В приложении IV мы показываем, что формальный результат может быть один и тот же для обеих моделей—Римана и Лесажа—Томсона.

Экспериментальные данные как-будто говорят в пользу последней модели, но окончательное решение вопроса требует более тщательных и чрезвычайно тонких исследований. Во всяком случае, два результата нашего анализа нам кажутся имеющими большую долю вероятности, именно—конечная скорость, равная скорости света, распространения действий тяготения и волновая природа механизма тяготения. Если это так, то можно считать, что сделаны важные шаги по пути разгадки природы всемирного тяготения.

9. Заключение.

Все вышеизложенное с достаточной убедительностью доказывает важность Энгельсовского определения энергии. Диалектический метод дал возможность Энгельсу признать истинную природу энергии, как превращения одной формы движения в другую, его переход от одних частей материи к другим. И, без сомнения, детальная разработка Энгельсовского определения и его приложение к многообразным областям физики может дать чрезвычайно поучительные и важные результаты.

Отметим здесь, что Эйнштейн, заявивший, что естественно-исторические работы Энгельса не представляют научного интереса, сам дал доказательство противного: выводы общей теории относительности касательно фактов, которые теория считает основными аргументами (аномалии планетных движений, отклонение света, смещение спектральных линий), совпадают с выводами, получающимися на основании определения Энгельса.

Анализ при помощи этого определения не нуждается, однако, в тензорном исчислении и специальных гипотезах о пространстве и времени. Не является ли это преимущество простоты преимуществом истинности?

10. Приложения.

1. Вычисление формулы аномалий планетных движений и отклонения света в поле тяжести солнца.

Гербер вывел формулу аномалий планетных движений, рассматривая физическую причину изменения гравитационных действий. Основные формулы Гербера получаются, как мы видели, при помощи формулы Энгельса. Покажем теперь, что, даже не зная о физической причине аномалий, можно очень просто получить формулу аномалий при помощи вышеприведенного формального закона изменения гравитационных действий:

$$m_g^v = m_g^0\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right).$$

Движение массы M_2 в поле тяготения M_1 определяется в теории тяготения двумя законами. Первый закон — закон площадей (Кеплера) — указывает, что удвоенная площадь, описываемая радиусом-вектором, есть величина постоянная:

$$r^2 \frac{d\theta}{dt} = b$$

Второй закон — это закон сохранения энергии:

$$\frac{1}{2} M_2\left(\frac{ds}{dt}\right)^2 - \frac{kM_1M_2}{r} = h = \text{const.},$$

т.-е. сумма кинетической и потенциальной энергии массы есть величина постоянная [1]).

---

[1]) M_1 предполагается бóльшим сравнительно с M_2.

Так как $ds^2 = r^2 d\theta^2 + dr^2$, то закон сохранения энергии принимает вид:

$$\frac{r^2 d\theta^2 + dr^2}{dt^2} - \frac{2kM_1}{r} = H = \text{const.}$$

Вставляя сюда dt^2 из закона площадей, получаем:

$$\frac{b^2}{r^2} + \frac{b^2}{r^4} \frac{dr^2}{d\theta^2} - \frac{2kM_1}{r} = H$$

или

$$\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{d\theta} = \frac{H}{b^2} + \frac{2kM_1}{b^2} \cdot \frac{1}{r} - \frac{1}{r^2}.$$

Обозначая $\frac{1}{r}$ через ρ, получаем

$$\frac{d\rho}{d\theta} = \frac{H}{b^2} + \frac{2kM_1}{b^2} \rho - \rho^2$$

Это и есть дифференциальное ур-ие движения массы M_2 в поле тяжести M_1. Решение его дает, в зависимости от начальных условий, движения по эллипсу, гиперболе или параболе. В этом уравнении не принято, однако, во внимание изменение гравитационных действий в зависимости от скорости. Если масса M_2 имеет скорость v, то она эквивалентна массе $M_2\left(1 + \frac{v^2}{c^2}\right)$ в потенциональной формуле тяготения; заменяя M_2 через это выражение[1]), получаем, как это легко видеть, формулу

$$\frac{d\rho}{d\theta} = \frac{H}{b^2} + \frac{2kM_1}{b^2} \left(1 + \frac{v^2}{c^2}\right) \rho - \rho^2 =$$

$$= \frac{H}{b^2} + \frac{2kM_1}{b^2} \rho - \rho^2 + \frac{2kM_1}{b^2} \cdot \frac{v^2}{c^2} \rho,$$

т.-е. с добавочным членом $\frac{2kM_1}{b^2} \cdot \frac{v^2}{c^2} \rho$.

---

[1]) Здесь именно обнаруживается та разница между нашей формулой и внешне тождественной ей формулой Римана. Римановская формула в его трактовке есть формула к и н е т и ч е с к о г о п о т е н ц и а л а, так что при обычном вычислении с этой формулой пользуются обобщенными ур-иями Лагранжа, что дает движение перигелия Меркурия с учетом так называемого вращения Аддинга (см. упомянутую статью Вихерта). У нас же формулой кинетического потенциала является формула Гербера, формула же Римана играет роль ф и к т и в н о г о с т а т и ч е с к о г о п о т е н ц и а л а, эквивалентного действительному кинетическому (Гербера).

Если движение происходит по малоэксцентричным эллипсам, как в случае планет, то легко видеть, что $v = \frac{b}{r} = b\rho$; в самом деле, в этом случае можно приблизительно считать $ds^2 = r^2 d\theta^2$ ($dr = o$), т.-е. $ds = r d\theta$.

Из закона площадей получаем:

$$r \cdot r \frac{d\theta}{dt} = r \cdot \frac{ds}{dt} = r \cdot v = b;$$

$$v = \frac{b}{r} = b\rho.$$

Подставляя это значение в формулу, получаем:

$$\frac{d\rho}{d\theta} = \frac{H}{b^2} + \frac{2kM_1}{b^2} \rho - \rho^2 + \frac{2kM_1}{c^2} \rho^3.$$

Величина $\frac{kM_1}{c^2}$ обозначается через α и называется гравитационным радиусом массы M_1.

Полученная формула была впервые выведена Эйнштейном на основании общей теории относительности. Она дает ту же формулу аномалий, что и выражение Гербера для силы F.

Если в общем дифференциальном ур-ии

$$\frac{d\rho}{d\theta} = \frac{H}{b^2} + \frac{2kM_1}{b^2} \left(1 + \frac{v^2}{c^2}\right) \rho - \rho^2$$

положить $v = c$, то мы будем иметь случай движения массы со скоростью света. Формула дает:

$$\frac{d\rho}{d\theta} = \frac{H}{b^2} + \frac{4kM_1}{b^2} \rho - \rho^2.$$

Чтобы определить постоянную H, берем ур-ие энергии

$$\left(\frac{ds}{dt}\right)^2 - \frac{4kM_1}{r} = H;$$

при $r = \infty$, скорость будет c; следовательно,

$$H = c^2,$$

т.-е. кривая движения есть гипербола.

Величину константы b легко определить из того соображения, что на очень далеком расстоянии радиус-вектор описы-

вает $\triangle$-ик ASB (рис. 5) $= \frac{1}{2}$ c R, где R — «видимое расстояние» звезды от центра солнца.

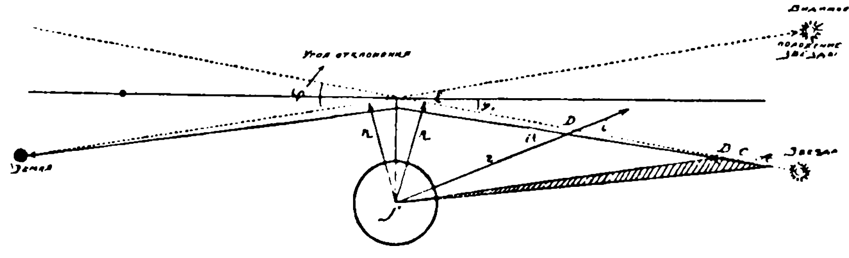


Рис. 5.

Следовательно, $b = c\,R$. Подставляя величины H и b в ур-ие, получаем:

$$\frac{d\rho}{d\theta} = \frac{1}{R^2} + \frac{4kM_1}{c^2R^2}\rho - \rho^2,$$

или [1])

$$\frac{d\rho}{d\theta} + \rho^2 = \frac{1 + 4\alpha\rho}{R^2} = \frac{n^2}{R^2},$$

где $\alpha = \frac{kM_1}{c^2}$ — гравитационному радиусу массы M_1,

$$n = 1 + 2\alpha\rho,\quad n^2 = 1 + 4\alpha\rho,$$

ибо величиной $(2\alpha\rho)^2$ можно пренебречь в виду незначительной величины α ($= 1{,}5$ клм. для солнца) сравнительно с величиной r $\left(\rho = \frac{1}{r}\right)$.

Пользуясь для ясности радиусом r, можно полученное ур-ие написать так:

$$\frac{1}{r^2} + \frac{1}{r^4}\left(\frac{dr}{d\theta}\right)^2 = \frac{n^2}{R^2};\quad n = 1 + \frac{2\alpha}{r};\ \alpha = \frac{kM_1}{c^2}.$$

Это и есть ур-ие гиперболы, асимптоты которой (см. рис. 5) образуют угол:

$$\psi = \frac{4\alpha}{R}.$$

Иначе говоря, масса M_2 при приближении из бесконечности к массе M_1, проходя мимо нее на «ближайшем» расстоянии R, отклонится на угол $\frac{4\alpha}{R}$, где α—гравитационный радиус массы M_1.

---

[1]) В этой удобной форме, пользуясь величиной n, ур-ие движения пишет Вейль («Пространство, время, тяготение»).

Выведенная формула была впервые получена Эйнштейном и приложена к вычислению отклонения звездного луча в поле тяжести солнца.

Если пренебречь величиной $\frac{v^2}{c^2}$, т.-е. считать, что скорость не изменяет гравитационных действий, то угол отклонения получится в два раза меньше:

$$\psi = \frac{2\alpha}{R}.$$

Эта величина впервые получена Сольднером в 1811 году.

II. Вычисление отклонения луча по формуле Энгельса.

Имеем систему ур-ий:

$$Vs = \frac{ds}{dt} = cn \text{ и } r^2 \frac{d\theta}{dt} = b;$$

b, как и раньше (см. приложение I), равно c R;

$$ds^2 = r^2 d\theta^2 + dr^2$$

следовательно,

$$\frac{r^2 d\theta^2 + dr^2}{dt^2} = c^2 n^2 \text{ и } \frac{r^2 d\theta}{dt} = c\ R$$

Отсюда, исключая время dt:

$$\frac{n^2}{R^2} = \frac{1}{r^2} + \frac{1}{r^4}\left(\frac{dr}{d\theta}\right)^2,$$

т.-е. ур-ие гиперболы [1]).

При

$$n^2 = \left(1 + \frac{2\alpha}{r}\right)^2 = \text{приб. } 1 + \frac{4\alpha}{r},$$

угол отклонения (угол отклонения между асимптотами) будет $\psi = \frac{4\alpha}{R}$. Легко видеть, что $\left(\frac{ds}{dt}\right)^2 = n^2c^2$—не что иное, как ур-ие энергии.

III. Вычисление угла полной рефракции.

Вычисление таково: по теории рефракции ур-ие рефракции будет $d\varphi = tgi \frac{dn}{n}$, где i—угол падения в данной точке (см. рис. 5).

---

[1]) Формула Вейля.

Отсюда:

$$\psi = \int_0^{\pi} \operatorname{tg} i \, \frac{dn}{n}$$

где ψ — полная рефракция.

При $n = 1 + \frac{2\alpha}{r}$, $\frac{dn}{n} = -\frac{2\alpha}{r^2}\left(1 - \frac{2\alpha}{r}\right) dr = -\frac{2\alpha}{r^2} dr$, принимая во внимание, что α ($= 1{,}5$ клм.) — величина очень малая сравнительно с r. Легко видеть (см. рис. 5), что

$$r = \frac{R}{\sin i};\ dr = -\frac{R\cos i}{\sin^2 i} di.$$

Следовательно,

$$\psi = \int_0^{\pi} -\frac{2\alpha}{r} \operatorname{tg} i \, dr =$$

$$= \int_0^{\pi} \frac{-2\alpha \sin^2 i}{R^2} \operatorname{tg} i \cdot \left(-\frac{R\cos i}{\sin^2 i}\right) di = \frac{2\alpha}{R} \int_0^{\pi} \sin i \, di = \frac{4\alpha}{R}.$$

IV. Точное вычисление формулы смещения спектральных линий.

В литературе по физике можно часто встретить замечания о сомнительности Герберовской формулы, особенно со стороны слишком горячих адептов релятивизма. Мы поэтому докажем, что Герберовская формула силы не только объясняет аномалии планетных движений, но и красное смещение—объяснение отклонения лучей на основании формулы Гербера нами дано и непосредственно очевидно; но в случае красного смещения дело сложнее, так как здесь имеется переменная скорость.

Возьмем Герберовское выражение силы F:

$$F = -\frac{kM_1 M_2}{r^2}\left(1 - \frac{3}{c^2}\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + \frac{6r}{c^2}\frac{d^2r}{dt^2}\right)$$

Разложим эту силу на две F_1 и F_2:

$$F_1 = \frac{-kM_1 M_2}{r^2}\left[1 - \frac{3}{c^2}\left(\frac{dr}{dt}\right)^2\right]$$

$$F_2 = \frac{-kM_1 M_2}{r^2}\left(\frac{6r}{c^2}\frac{d^2r}{dt^2}\right) = \frac{-6kM_1 M_2}{rc^2}\frac{d^2r}{dt^2} =$$

$$= \frac{-6\alpha M_2}{r}\frac{d^2r}{dt^2}, \text{ где } \alpha = \frac{kM_1}{c^2}$$

найдем теперь среднее значение силы F в промежутке $v = \frac{dr}{dt} = 0$ и $v = \frac{dr}{dt} = c$:

$$\left|F\right|_{ср.}^{o-c} = \left|F_1\right|_{ср.}^{o-c} + \left|F_2\right|_{ср.}^{o-c}$$

$$\left|F_1\right|_{ср.}^{o-c} = \frac{1}{c}\int_o^c -\frac{k M_1 M_2}{r^2}\left[1 - \frac{3v^2}{c^2}\right]dv = -\frac{1}{c}\frac{kM_1 M_2}{R_2}\left[v - \frac{v^3}{c^2}\right]_o^c = 0;$$

так как переход от $v = o$ к $v = c$ происходит мгновенно: $r = R$.

Таким образом:

$$\left|F\right|_{ср.}^{o-c} = \left|F_2\right|_{ср.}^{o-c}$$

и, следовательно, средняя работа силы F в промежутке $v = o$, $v = c$, т.-е, средняя потеря энергии равна средней работе силы F_2 в том же промежутке.

$$\left|\int_o^c Fdr\right|_{ср.}^{o-c} = \left|\int_o^c F_2 dr\right|_{ср.}^{o-c} = P \text{ (потере энергии).}$$

Найдем значение интергала $\int_o^c F_2 dr$; $r = R$;

$$\int_o^c F_2 dr = -\frac{6\alpha M_2}{R}\int_o^c \frac{d^2r}{dt^2}dr = -\frac{6\alpha M_2}{R}\int_o^c dv\,.\,v = \frac{-3\alpha M_2 c^2}{R}$$

Тогда P будет средним значением найденной величины в промежутке $v = o, v = c$.

$$P = \frac{1}{c}\int_o^c \frac{-3\alpha M_2 c^2}{R} dc = -\frac{1}{c}\frac{\alpha M_2}{R}\int_o^c 3c^2 dc =$$

$$= \frac{-\alpha M_2}{R}c^2;$$

подставляя вместо α величину $\frac{kM_1}{c^2}$,

получаем

$$P = \frac{-kM_1 M_2}{R},$$

что и требовалось доказать.

Итог всему сказанному об изменении потенциала тяготения можно выразить формулой:

$$P = \pm \frac{kM_1 M_2}{r}\left(1 \pm \frac{v^2}{c^2}\right)$$

где знаки $\pm$ берутся в зависимости от направления движения в поле тяготения, что и выражает диалектической подход к проблемам физики. Подчеркнем, что наш потенциал есть фиктивный статический потенциал, эквивалентный Герберовскому кинетическому.

Обращаем также внимание на то, что для случая движения перигелия Меркурия v не является радиальной скоростью, а поперечной.

Допустим, однако, что мы желаем стоять на формальной точке зрения и не признаем никакой диалектики в физике. Многие лица скептически относятся к физическим моделям и предпочитают им игру с математическими фикциями.

Став на такую точку зрения, мы получим при $v = c$ безразлично

$$P = \frac{-2kM_1M_2}{r};$$

такова поэтому будет потеря энергии ($r = R$) при удалении в бесконечность, так что энергия M_2c^2 превратится в

$$P_1 = M_2c^2 - \frac{2kM_1M_2}{R} = M_2c^2\left(1 - \frac{2\alpha}{R}\right) = M_2c^2\left(1 - \frac{\alpha}{R}\right)^2$$

в виду малости α сравнительно с R.

По определению Энгельса:

$$P_1 = \left[M_2c\left(1 - \frac{\alpha}{R}\right)\right]\left[c\left(1 - \frac{\alpha}{R}\right)\right].$$

Мы именно таким образом разложили величину P_1, ибо, стоя на формальной точке зрения, мы не имеем права утверждать, что поле тяготения, механизм которого мы знать не желаем, действие которого при допущенной нами силе простирается до бесконечности (и во всяком случае до земли!), не изменяет скорости распространения света.

Таким образом, мы для изменения длины волны получаем тот же результат:

$$M_2c^2 = h\nu_1;\quad M_2c^2\left(1 - \frac{\alpha}{R}\right)^2 = h\nu_2$$

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{1}{\left(1 - \frac{\alpha}{R}\right)^2};\quad \lambda_1 = \frac{c}{\nu_1},\ \text{но}\ \lambda_2 = \frac{c\left(1 - \frac{\alpha}{R}\right)}{\nu_2}$$

так как скорость распространения с $\left(1 - \frac{\alpha}{R}\right)$;

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{\nu_1}{\nu_2}\left(1 - \frac{\alpha}{R}\right) = \frac{1}{\left(1 - \frac{\alpha}{R}\right)^2} \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{R}\right) =$$

$$= 1 + \frac{\alpha}{R} \text{ и т. д.,}$$

т.-е. прежняя величина. Если за лесом формул теории относительности суметь вскрыть их сущность, то мы можем обнаружить, что именно этим путем теория получает указанный результат. У Эйнштейна потеря энергии определяется фактором

$$f = \left(1 - \frac{2\alpha}{R}\right)$$

для радиального направления, но для смещения он берет:

$$\sqrt{f} = \sqrt{1 - \frac{2\alpha}{R}} = 1 - \frac{\alpha}{R}.$$

Укажем, однако, на очень важное обстоятельство, а именно: последний способ разложения и вычисления соответствует модели Лесажа-Томсона. В самом деле, если механизм тяготения обусловлен бомбардировкой ультрамировых частиц, то разрыва тяготения быть не может, и оно в той или иной мере существует на любом расстоянии. Если это так, то очевидно, что на расстоянии по крайней мере земли свет не может иметь полной скорости распространения с, а скорость несколько уменьшенную. Следовательно, при расчете мы должны полагать, что изменяется не только частота света, но и скорость его распространения. Разложение по формуле Энгельса, которое дано выше, утверждает одинаковость изменения факторов скорости распространения и частоты. Если наблюдения действительно подтверждают получаемый для изменения частоты результат, и если механизм тяготения соответствует модели Лесажа-Томсона, вышеприведенное разложение будет правильным.

Здесь, однако, имеются и другие возможности, на которых мы останавливаться не будем.

А. К. Тимирязев.

Диалектика природы Энгельса и современная физика.

(Доклад, прочитанный на соединенном заседании Коммунистической Академии и Тимирязевского Научно-Исследовательского Института, 14-го декабря 1925 года).

Книга Энгельса «Диалектика Природы» рассматривается с точки зрения современной физики уже не в первый раз. Об этой книге мы имеем два отзыва, относящиеся еще к той поре, когда она существовала только в виде рукописи. Отзывы были даны двумя специалистами-физиками. Один из них—Лео Аронс, выдающийся экспериментатор, член социал-демократической партии, который, казалось бы, должен был подойти к этой книге как марксист, дал резко отрицательный отзыв.

Другой физик, ознакомившийся с «Диалектикой Природы», был современный «властитель дум» очень и очень многих—Альберт Эйнштейн. Он также не нашел в книге Энгельса ничего интересного с точки зрения современного физика и даже с точки зрения истории физики, но все-таки высказался за то, что книгу стоит напечатать для «освещения духовного значения Энгельса».

Тов. Д. Б. Рязанов, которому мы все должны быть бесконечно благодарны за исключительно заботливое издание «Диалектики Природы», отозвался о первом критике, как об узком эмпирике, враждебно относящемся к диалектике, как о критике, по существу не являющемся марксистом, а самый отзыв охарактеризовал как «филистерский».

Другого критика, не нашедшего в книге Энгельса также ничего интересного, тов. Рязанов хвалит за «научную добросовестность», но выражает сомнение: все ли было ему дано на

просмотр? В этом сомнении заключается как-будто желание найти некоторое извинение за суровый отзыв: не может же в самом деле великий мыслитель не оценить великих мыслей другого мыслителя!

После появления книги Энгельса в печати, как всем, я думаю, здесь присутствующим, известно, с новой силой разгорелась дискуссия,—разгорелся спор между естественниками и философами. Этот спор в обыденной речи для ради полемического заострения квалифицируется обыкновенно, как спор «количественников» с «качественниками», как спор между механическими материалистами, скатывающимися к буржуазным теориям эволюции, и ортодоксальными марксистами-диалектиками.

С точки зрения многих философов марксистов, все естествознание подлежит большой и коренной переработке прежде, чем возможно будет даже только говорить о применении диалектического метода в естествознании.

Таким образом, специалисты физики говорят, что мысли, высказанные в «Диалектике Природы», устарели и не интересны. Специалисты философы-марксисты, по достоинству оценившие замечательную книгу Энгельса, в свою очередь готовы отмахнуться от новейших достижений физики, считая, что физики еще не доросли до диалектического материализма, что они, подобно материалистам «дохимического» XVIII столетия, пытаются все физические явления свести к механике. А механика, — это предполагается, как аксиома,—есть учение о «движении однородной материальной точки», при чем эта наука,—об этом, правда, вслух не говорят,—так и остановилась в своем развитии на пороге XIX столетия!

Вот при таких-то неблагоприятных обстоятельствах приходится мне выступать сегодня. Так как я утверждаю, что «Диалектика Природы» дает не только основы настоящей методологии естествознания, не только указывает, как надо применять диалектический метод в естествознани, но и дает ряд ответов на самые насущные вопросы в чисто специальных областях физики, сохранивших все свое значение в наши дни,—я буду иметь против себя значительную часть специалистов и даже (о ужас!) самого Эйнштейна. А выступать против Эйнштейна в порядочном обществе вообще как-будто теперь у нас не полагается!

С другой стороны, я утверждаю, что в современном естествознании и в физике в частности не все так уж плохо даже в области теории. Я полагаю, что в этом я не расхожусь с Энгельсом; ведь он со всей определенностью высказал мысль, что «революция, к которой теоретическое естествознание вынуждается простой необходимостью систематизировать массу накопляющихся чисто эмпирических открытий, заставит даже самого упрямого эмпирика признать диалектический характер явлений природы»[1]).

И вот я думаю, что в развитии науки, которое происходило уже после смерти Энгельса, дело шло хотя и не без шатаний, но не так уж плохо. Естествознание и в частности физика в лице своих выдающихся представителей, стоящих на материалистической позиции—пусть даже бессознательно,—давно уже не строит свои выводы на почве «дохимического» материализма XVIII столетия. Но вот тут я уже буду иметь против себя значительное число моих товарищей философов. Таковы, повторяю, неблагоприятные обстоятельства, при которых мне приходится выступать сегодня.

Прежде всего мы должны ответить на один весьма существенный вопрос. Почему взгляды Энгельса в области такой быстро развивающейся науки, как физика, не устарели (за немногими исключениями, о которых не стоит и говорить), несмотря на их почтенный, более чем тридцати-, а порой и пятидесятилетний возраст? Его взгляды не устарели потому, что марксист-диалектик, в отличие от метафизика, когда он делает заключения о будущем, когда он улавливает «тенденцию» развития того, что есть,—никогда не ставит это будущее в жесткие, тесные рамки, и потому этому будущему оказывается вовсе не тесно в рамках предсказаний! Эту особенность мыслителя-диалектика, владеющего единственно научным методом, нам придется иметь в виду при рассмотрении тех или иных частных вопросов, поставленных и решенных Энгельсом. Какие же вопросы в области физики всего больше привлекали к себе внимание Энгельса?

Можно с уверенностью сказать, что Энгельса интересовал прежде всего переход «молярного движения в молекулярное и

[1]) «Архив Маркса и Энгельса», книга II, стр. 373; в дальнейшем будут указаны только страницы.

обратно» или, выражаясь современным языком, связь механики и термодинамики—связь механики и молекулярной физики. Во-вторых, Энгельс проявляет большой интерес к связи электромагнитных процессов с механикой и молекулярной физикой и, наконец, к связи физических явлений с химическими. Последний вопрос, повидимому, один из самых спорных с точки зрения философов-марксистов, нападающих на нас, грешных естественников.

Во всех перечисленных вопросах, сохранивших полную, я бы даже сказал, злободневность, специалист-физик, как я надеюсь показать в своем докладе, не может пройти мимо тех гениальных указаний, порой имеющих вид отрывочных заметок, какие делает Энгельс в своей книге.

I.

Мы начнем наш обзор с перехода видимого—механического или «молярного» движения в тепло—в молекулярное движение и обратно. Кинетическая теория газов,—теперь мы можем уже смело говорить: кинетическая теория материи,—полагает в основу допущение, что тепло есть движение молекул, из которых построены все вообще тела, и что тепловая энергия есть кинетическая энергия движения молекул. Кинетическая теория это положение доказывает. Теперь, много лет спустя, мы уже, кроме того, знаем на основании опытов Милликана (1909—1917 г.) с заряжением микроскопически малых капелек масла, парящих в ионизованном воздухе, что энергию движения каждой такой молекулы можно непосредственно измерить. В самом деле, как показывает опыт, масляная капля принимает в себя определенное число одноименных электрических зарядов. Но как может электрически заряженная молекула газа или ион, т.-е. молекула с лишним электроном или с недостающим, попасть в каплю, уже заряженную электричеством того же знака? Это возможно только в том случае, если ион обладает достаточной энергией движения для преодоления силы отталкивания уже имеющихся в капле зарядов. Если наибольшее число зарядов, какое только может вместить капля, есть $n+1$, а радиус капли равен a, то энергия, необходимая для того, чтобы «вдвинуть» еще один за-

ряд в каплю, будет выражаться величиною $\frac{ne.e}{a}$. Этой величине и должна равняться кинетическая энергия $\frac{mv^2}{2}$ той частицы, которая при этих условиях может еще попасть в каплю. Результаты опытов Милликана показали, что измеренная таким путем кинетическая энергия в точности совпадает с тем, что получается на основании расчетов кинетической теории. Но для Энгельса вопрос был ясен и в то отдаленное время, когда об опытах, аналогичных опытам Милликана, нельзя было и думать. Для Энгельса достаточно было и тех аргументов, какими располагали великие основатели кинетической энергии, «mv^2 доказано и для газовых молекул благодаря кинетической теории газов. Таким образом, одинаковый закон, как для молярных, так и для молекулярных движений. Различие обоих здесь уничтожено» (стр. 199). Заслуживает особенного внимания, что Энгельс усиленно подчеркивал важность того вывода кинетической теории, что теплота есть движение молекул, в отличие от расплывчатой формулировки энергетиков: «тепло есть всего только форма энергии». Заметим кстати, что энергетической школы, как мы ее понимаем сейчас, не было еще во времена Энгельса. Тем интереснее та замечательная отповедь, которую дал Энгельс этим еще «не родившимся душам», — отповедь, заключенная в следующих строках: «Ни один порядочный физик не станет теперь называть электричество, магнетизм, теплоту просто силами, как не станет он называть их *материей* или невесомыми. *Если мы знаем, в какое количество механического движения превращается определенная масса теплового движения, то мы еще ничего не знаем о природе теплоты, как бы ни необходимо было изучение этих превращений для исследования этой природы теплоты. Рассматривание ее, как формы движения, это последний триумф физики*, и благодаря этому в ней снята категория силы» (подчеркнуто нами. А. Т.).

Но связь между механикой и тепловыми явлениями не так уж проста. Мы остановились пока что на тех случаях, где выступает сходство с «молярным» движением, противополагаемым

молекулярному. Мы даже говорим, что тепло есть движение молекул, или, выражаясь словами Энгельса, «различие обоих здесь уничтожено» (подчеркнуто нами. А. Т.). Кроме сходства, однако, есть и существенное различие.

Это различие бросается в глаза, если мы, не покидая еще почвы кинетической теории газов, остановим наше внимание на распределении скоростей между газовыми молекулами. Это распределение было открыто Максвеллем в 1860 г. Больтцман впервые доказал, что это распределение устойчиво; что если в тот или в другой момент распределение скоростей отличается от указанного Максвеллем, то через очень короткий промежуток времени оно с большой вероятностью будет уже Максвеллевским. Таким образом, получается какая-то односторонность. Максвеллевское распределение скоростей является как-будто таким предельным распределением, к которому стремится всякое другое[1]).

Мы здесь встречаемся с типической особенностью всех тепловых явлений. Ведь если я поставлю стакан горячей воды на этот стол, то вода, без всякого сомнения, через некоторое время остынет: тепловая энергия рассеется. Обратного явления мы никогда не наблюдаем. Мы никогда не наблюдаем, чтобы стоящий в комнате стакан с водой «комнатной температуры» вдруг стал горячим! Таким образом, открытая Больтцманом «тенденция» к Максвеллевскому распределению скоростей находится в полном согласии с основными особенностями тепловых явлений, но в то же время эта «тенденция» противоречит основным положениям механики. В самом деле, в механике все

[1]) Исключение составляют такие невероятные распределения, как, например, следующие. Представим себе сосуд в виде куба с идеально гладкими, упругими стенками, и пусть все частицы, которые мы уподобляем упругим, гладким шарам, расположены вдоль одной из его стенок в один слой. Пусть далее направления скорости у всех шаров образуют прямой угол с той стенкой, вдоль которой они расположены, и, наконец, пусть на газ не действуют внешние силы. Тогда совершенно ясно, что наши шары-молекулы будут летать взад и вперед от одной стенки к противоположной и обратно, сохраняя свои скорости по величине. Никакого «стремления» к Максвеллевскому распределению в этом случае не будет. Но совершенно также ясно, что подобные случаи практически никакого значения не имеют вследствие их исключительно малой вероятности.

обратимо, — в механике мы не наблюдаем односторонних процессов: маятник откачнулся слева направо, но ведь он сейчас же откачнется и справа налево! Вы повернули систему зубчатых колес какого-либо механизма в одну сторону, но ведь их же можно повернуть и в обратном направлении. Все это основывается на вполне очевидной особенности самих уравнений механики, указывающих на полную обратимость всех механических процессов. Теперь спросим себя: каким путем Больтцман доказал, что любое (за указанными в примеч. 1 исключениями) распределение переходит в конце концов в Максвеллевское? Оказывается, что эта задача была разрешена с помощью... механики! Мы приходим, таким образом, к противоречию: теория газов, опирающаяся на механику, уравнения которой изображают обратимые процессы, дает объяснения необратимым явлениям! Это противоречие казалось безысходным для всех метафизически настроенных умов. Великолепный образчик такого склада ума находим мы у известного математика Цермело, полемизировавшего с Больтцманом. Приводим заключительные строки статьи Цермело, направленные против Больтцмана [1]).

«После всего изложенного ясна необходимость или изменить принцип Карно-Клаузиуса, или сделать принципиальные изменения в его механическом истолковании, если только мы не придем, наконец, к заключению раз навсегда отказаться от последнего» (подчеркнуто нами. А. Т.).

Вопрос поставлен ясно: или, или...! А дальше предложение: лучше всего откажитесь от механического толкования второго принципа термодинамики, т.-е. от механического толкования тепловых явлений, т.-е. от того, что Энгельс называл «триумфом физики»!

Рассмотрим по существу возражения, какие сделали Больтцману. Возражений было выдвинуто два. Первое возражение, выдвинутое впервые Лошмидтом [2]), носит название «возражения основывающегося на обратимости» — «Umkehreinwand». Дело

---

[1]) Zermelo. «Ueber einen Satz der Dynamik und die mechanische Wärmetheorie». «Annalen d. Physik», 57, p. 493. 1896.

[2]) J. Loschmidt. «Ueber das Wärmegleichgewicht eines Systems von Körpern», «Berichte der Akademie», Wien, 73II 1876, p. 139.

сводится к следующему. Пусть у нас имеется распределение скоростей, отступающее от Максвеллевского, и пусть оно, согласно выводу Больтцмана, переходит постепенно к Максвеллевскому. Представим себе, что, когда это последнее состояние будет достигнуто, скорости всех частиц сразу изменены на обратные. Так как у нас нет преобладающих направлений, то вероятность иметь ту или другую скорость одинакова, будет ли эта скорость иметь определенное направление, или прямо противоположное. Но ведь совершенно ясно, что, изменив направление скоростей на противоположные, мы заставим наш газ пройти все состояния в обратном направлении от Максвеллевского к начальному не-Максвеллевскому. Так как мы только что видели, что состояние газа с противоположными направлениями скоростей равно вероятно, то мы будем иметь равное число случаев, когда Максвеллевское распределение переходит в не-Максвеллевское, как и обратных. Таким образом, одностороннего «стремления» к Максвеллевскому состоянию быть не может.

Второе возражение, на которое с особенной настойчивостью указывал Цермело, состоит в том, что всякая механическая конечная система через достаточный промежуток времени должна вернуться к своему первоначальному состоянию; таким образом, начальное состояние, отличающееся от распределения Максвелля, должно «периодически» восстановляться, и потому не может быть и речи о переходе к какому-то определенному конечному состоянию, в котором наша система должна уже пребывать неограниченное время. Это второе возражение носит название «возражения, опирающегося на возвращение прежних состояний» (по-немецки сокращено: «Wiederkehreinwand»). Легко заметить, что оба эти возражения основываются на обратимости механических явлений: именно первое основывается на том, что, изменив направление скорости у всех частиц, мы неминуемо должны пройти в обратном порядке через все пройденные состояния. Второе возражение опирается на то, что число молекул в данном объеме хотя и большое, но конечное, каждая из них обладает скоростями, лежащими практически в конечных пределах, а потому и число возможных распределений, как скоростей, так и положений внутри данного объема, хотя и велико, но все-таки конечно. Вследствие этого, нет никаких оснований

полагать, что данное начальное состояние никогда не может повториться: вероятность такого повторения очень мала, но она не равна нулю.

Как отвечал на эти возражения Больтцман? Он признал правильным все то, что говорили его оппоненты, но определенно подчеркнул, что возражения эти бьют мимо цели! Если у нас и будут возникать отклонения от распределения Максвелля,— а при достаточно длинном промежутке времени они должны возникнуть,—то они будут существовать все-таки очень недолго. Единственно, что мы утверждаем, говорит Больтцман, так это то, что наша система в течение неизмеримо бо́льших промежутков времени остается при Максвеллевском распределении, и только ничтожную долю времени занимают в ее истории периоды, когда это распределение заметным образом отличается от Максвеллевского. Пусть, в примере Лошмидта, после изменения скоростей на обратные, мы вернемся к начальному состоянию, при котором распределение скоростей отличается от Максвеллевского.—это отступление продлится очень недолго и скоро сменится распределением Максвелля, в котором наша система будет находиться в течение гораздо более продолжительного промежутка времени. Точно так же, если наша система, пройдя через все возможные состояния, вернется к первоначальному, — а это случится очень нескоро! — то это состояние сейчас же сменится другим, более близким к Максвеллевскому, и очень скоро придет к подлинно Максвеллевскому распределению.

Короче, объяснение Больтцмана основано на том, что в «истории» нашей системы, если можно так выразиться, периоды Максвеллевского состояния в общей сложности гораздо длиннее не-Максвеллевских. Мы сразу замечаем диалектический подход к задаче у Больтцмана. Поскольку Больтцман не отрицает отступлений от состояния газа, соответствующего распределению скоростей Максвелля, он принимает обратимость уравнений механики. Поскольку же он принимает, что состояние, соответствующее распределению Максвелля, во много раз более вероятное, чем всякое другое,—он признает необратимость тепловых процессов—их одностороннее течение. Мы здесь имеем блестящий пример взаимного проникновения противоположностей.

Посмотрим теперь, что писал Больтцман в ответ на приведенное нами возражение Цермело [1]): «Уже Клаузиус, Максвелль и др. много раз указывали, что законы теории газов имеют характер статистических истин. Я очень часто и настолько ясно, насколько я мог, указывал, что Максвеллевский закон распределения скоростей между газовыми молекулами никоим образом не может быть доказан, как предложение обыкновенной механики, только из уравнений движения. (Подчеркнуто нами. А. Т.). Я указывал, что можно доказать только то, что распределение Максвелля имеет наибольшую вероятность, и при большом числе молекул все другие состояния по сравнению с Максвеллевским настолько мало вероятны, что практически их можно не принимать в расчет. Там же я указал, что второй закон с молекулярно-теоретической точки зрения есть закон теории вероятности. Исследование Цермело («Об одном законе динамики и о механической теории тепла») показывает, что мои работы не были поняты. Несмотря на это, я должен радоваться появлению исследования Цермело, как первому доказательству, что и в Германии на мои работы обращают внимание».

К этим строкам в подлиннике добавлено еще одно исключительно важное примечание: «При этом, мне кажется, упускали из виду, что механические процессы определяются не только уравнениями механики, но и начальными условиями». Выраженная в этом примечании мысль дает ключ к разрешению противоречия. В самом деле, когда мы говорим о движении того или другого тела, о полете артиллерийского снаряда, электрона, или брошенного камня, то, помимо уравнений механики, нам надо еще знать начальное положение движущегося предмета и его начальную скорость. В большинстве случаев, с которыми мы сталкиваемся на практике, нам эти начальные условия бывают известны, и мы забываем при этом очень часто, что эти сведения дополняют то, что нам дано в уравнениях механики,

[1]) L. Boltzmann, «Annalen d. Physik», 47, p. 773. 1896.

но что они **вовсе не вытекают из этих уравнений.** Когда же мы имеем дело с громадным числом частиц, имеющих самые разнообразные скорости и занимающих при этом самые разнообразные положения, тогда эти данные приобретают громадное значение в ходе самого явления, и тогда мы ясно себе представляем, что в нашей задаче есть что-то весьма существенное, что-то оказывающее решающее влияние на самый характер явления и в то же время не связанное, —не вытекающее из уравнений механики! У нас появляется нечто существенно новое. Но есть еще одно обстоятельство, на которое надо обратить внимание. Кинетическая теория определяет температуру, как среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекул. Можно ли говорить о температуре или средней кинетической энергии в данный момент для одной молекулы? Совершенно ясно, что это новое «качество» — температуры появляется только при наличии большого количества молекул, так как только в этом случае имеет смысл говорить о средней кинетической энергии.

В одной из своих популярных статей Больтцман с удивительной ясностью и простотой объясняет появление нового качества — температуры и связанного с этим качеством возникновения необратимого из обратимого. Вот это замечательное рассуждение. «Пусть в барабане, из которого при игре в лото вытягивают номера, и где они перемешиваются, мы укладываем шары двух родов (белые и черные), и пусть они уложены в каком-либо порядке, например, белые вверху, черные внизу. Пусть теперь при помощи какой-либо машины барабан приводится в движение на какой угодно срок. Никто не будет сомневаться, что в процессе вращения мы имеем дело с чисто механическим процессом, и все-таки при этом шары будут все более и более перемешиваться, т.-е. будет наблюдаться тенденция к определенному изменению их распределения (полное перемешивание)»[1]).

Здесь совершенно ясно, что никаких явлений, кроме явления движения, нет; каждое движение обратимо, но ясно также, что **при движении большого числа тел громадную роль играют их положения и начальные ско-**

---

[1]) L. Boltzmann. «Populäre Schriften». Ein Wort der Mathematik an die Energetik. P. 133.

рости, которые вовсе не определяются уравнениями механики: они-то и дают то новое, что сообщает новое качество: необратимость или «тенденцию» к определенному распределению (полное перемешивание).

В частности по адресу Цермело, Больтцман ответил расчетом, как мало вероятно возвращение какой-либо системы к своему первоначальному состоянию. Он подсчитал для сравнительно небольшого объема газа в один кубический сантиметр, через сколько времени скорости и положения у тех же молекул будут те же самые.

Получается такой громадный промежуток времени, который невозможно себе сколько-нибудь ясно представить. Больтцман предлагает для иллюстрации его следующее сравнение: представьте себе, что у каждой из звезд, видимых в лучший телескоп, столько же планет, сколько их у нашего солнца. Пусть на каждой из этих планет столько людей, сколько их на нашей земле, и пусть каждый из них живет по триллиону лет, тогда сумма пережитых ими всеми секунд будет меньше промежутка времени, в течение которого скорости и положения молекул воздуха в кубическом сантиметре вернутся к своим первоначальным значениям!

В этих рассуждениях Больтцмана есть, однако, одна сторона, которая может вызвать некоторое сомнение. Мы отдельных молекул не видим: мы видим определенное состояние газа, так называемое «макроскопическое» состояние. Это состояние может повториться раньше, так как определенное макроскопическое состояние может осуществиться различными способами. Так, если какое-либо макроскопическое состояние характеризуется тем, что в одной части сосуда будет a молекул, в другой b, то для повторения такого события вовсе не нужно, чтобы именно эти a и b молекул вернулись на свои прежние места: это могут быть любые из числа $a+b$, но только они опять должны разделиться на две группы в числах равных a и b; какие именно это будут молекулы—это не важно. Таким образом, остается еще выяснить, как часто будут повторяться определенные макроскопические состояния, которые могут быть осуществлены самыми разнообразными микроскопическими

или, правильнее, даже «ультрамикроскопическими» способами. Этой задачи Больтцман не решил, потому что в его время не были с достаточной полнотой исследованы т. наз. брауновские движения, а именно здесь в конкретной форме выступают вопросы о повторяемости «макроскопических» состояний. Работу Больтцмана довел до конца Смолуховский. К обзору его работ, также касающихся перехода «молярного» движения в «молекулярное», мы сейчас и приступим.

Если мы будем наблюдать под микроскопом мелкие частицы, принимающие участие в так называемых брауновских движениях, и будем отмечать перемещения каждой из них x, x_1, x_2, ... за время t (при чем перемещения мы отсчитываем по определенному направлению, отмеченному на предметном стекле микроскопического препарата), то, вследствие отсутствия каких-либо преобладающих направлений, перемещения частиц будут происходить одинаково, как в ту, так и в другую сторону. Поэтому среднее перемещение любой частицы, перемещение, которое мы наблюдали большое число раз (каждое перемещение происходит за время t), будет равно нулю, т.-е. $\overline{x} = 0$. Если мы будем подсчитывать квадраты перемещений x_1^2, x_2^2 и т. д., то, как показали Эйнштейн и Смолуховский, $\overline{x^2} = 2Dt$ . . . (1), где D—т. наз. коэффициент диффузии[1]).

Можно показать, что вероятность перемещения $x - x_0$ (через x_0 мы обозначаем начальное положение) за время t выразится, как обычно в теории вероятности, формулой, аналогичной Гауссовой:

$$W(x)\,dx = \frac{1}{2\sqrt{\pi D t}} \cdot e^{-\frac{(x-x_0)^2}{4Dt}} \quad . \quad . \quad . \quad (2).$$

Выражение (2) дает величину вероятности перемещения брауновской частицы за время t из положения x_0 в положение, лежащее в пределах от x до $x + dx$. Из выражения (2) выте-

---

[1]) Коэффициент диффузии выражается, по теории Эйнштейна, следующим образом: $D = \frac{R\theta}{6\pi\mu\alpha N}$, где θ—абсолютная температура, α—радиус частицы, N—число молекул в граммолекуле, т.-е. число Авогадро, μ—коэффициент внутреннего трения и, наконец, R—газовая постоянная.

кает следствие $\overline{x - x_0} = 0$, что и соответствует обратимости механических процессов, а также и результат $\overline{(x - x_0)^2} = 2\,Dt$ (это совпадает с выражением (1), если начальное положение принять равным нулю $x_0 = 0$). Чтобы установить связь между обратимыми и необратимыми процессами, Смолуховский рассматривает следующий случай. Он предполагает, что частица, совершающая брауновские движения, так сказать, привязана к некоторому положению равновесия. То-есть, как-будто, эта частица прикреплена на некоторой пружинке. Эта частица, получая удары со стороны окружающих ее молекул, будет двигаться то в ту, то в другую сторону, смотря по тому, с какой стороны будет в данный момент перевес молекулярных толчков. При этих движениях пружинка будет растягиваться или сжиматься, и, таким образом, движение частицы будет отчасти обусловлено упругой силой пружинки. Необходимо отметить, что для определенного перемещения в определенном направлении вовсе не нужно, чтобы о нашу частицу ударились какие-либо определенные молекулы из окружающей среды: необходим только определенный перевес в числе ударов и притом в определенном направлении. Какие же именно молекулы принимают участие в этом процессе, безразлично. Таким образом, мы наблюдаем определенное видимое перемещение: макроскопическое событие, и это событие может быть вызвано очень большим числом микроскопических вариантов,—в нем могут участвовать любые молекулы. Отсюда мы приходим к выводу, что, подсчитывая теоретически возможность повторения любого макроскопического состояния, мы должны учесть все возможные варианты осуществления этого состояния и таким образом можем избегнуть возражения, которое можно было сделать Больтцману, когда он приводил расчет вероятности повторения того или другого микроскопического состояния.

Может, однако, показаться, что задача, которую себе поставил Смолуховский, практически мало интересна, так как мы не можем «привязать» брауновскую частицу к положению ее равновесия с помощью какой-либо реальной пружинки. Это возражение теперь можно уже считать устраненным, так как в Голландии уже поставлены опыты, позволяющие изучать случаи, очень близкие к тем, какие положены в основу рассуждений

Смолуховского. В самом деле, если мы подвесим за один конец тончайшую кварцовую нить в разреженном газе, то свободный ее конец обнаруживает брауновские движения. Как только конец нити отклонится, сейчас же появится слагающая силы тяжести, стремящаяся привести нить в вертикальное положение. Эта сила, как показывает элементарная теория маятника, пропорциональна отклонению и направлена к положению равновесия. Т.-е. мы имеем дело с такими же силами, какие наблюдаются при сжатии и растяжении пружины. Таким образом в этом расположении выполняются как-раз те условия, которые приняты во внимание Смолуховским в его теории.

Смолуховский[1]) путем крайне остроумных вычислений нашел величину $w\ (x,\ x_0,\ t)$, т.-е. величину вероятности перемещения брауновской частицы за время t из положения x_0 в положение, лежащее в пределах от x до $x + \alpha x$ при условии, что на частицу действует упругая сила $P = -\alpha x$. (3), направленная к положению равновесия $x = 0$. Кроме того предполагается, что сила сопротивления среды пропорциональна первой степени скорости, вследствие чего предельная скорость может быть выражена следующим образом: $V = \gamma P$. . . . . (4).

Останавливаться на выводе этого замечательного соотношения мы не имеем возможности, приводим только окончательный результат:

$$W\ (x,\ x_0,\ t)\ dx = \sqrt{\frac{\beta}{2\pi D\ (1 - e^{-2\beta t})}}\ .\ e^{-\frac{\beta}{2D}\frac{[x - x_0 e^{-\beta t}]^2}{1 - e^{-2\beta t}}}\ .\ dx \ldots\ldots \quad (5),$$

где $\beta = \alpha\gamma$. (ср. (3) и (4).

Эта на вид неуклюжая формула удивительным образом отражает диалектику превращений молекулярных движений в «молярные» и обратно.

Если мы положим, что промежуток времени t очень мал, то из формулы (5) мы получаем (2), т.-е. обычную формулу для брауновского движения: за короткий промежуток времени упругая сила $P = -\alpha x$ не произведет заметных перемещений. Но

[1]) «Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften». M. v. Smoluchowski: «Abhandlungen über die Brownsche Bewegung und verwandte Erscheinungen». Leipzig. 1923, p. 30.

что показывает нам формула (2), получающаяся из формулы (5) в предположении, что время мало? Она показывает, что каков бы ни был знак разности $x - x_0$, и каково бы ни было значение начального смещения x_0 т.-е. как бы ни была удалена из положения равновесия $x = 0$ наша частица, оба направления, в сторону ли возрастающих x или убывающих, одинаково вероятны. Это находится в полном согласии с обратимостью уравнений механики. Но та же формула (5) показывает, что это обратимое явление в то же время необратимо! Действительно, если мы с помощью (5), не делая никаких ограничений относительно величины промежутка времени t, вычислим среднее значение смещения x, мы получим:

$$\overline{x} = x_0 e^{-\beta t} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; (6).$$

Это выражает необратимый процесс. В самом деле, если начальное положение частицы x_0 отличается от положения равновесия $x = 0$, то по мере возрастания t мы неизменно приближаемся к состоянию равновесия, т.-е. к $\overline{x} = 0$.

Формула (5) изображает процесс, который одновременно и обратим и необратим. Итак, казалось бы, что по истечении достаточно большого промежутка времени наша частица придет в положение равновесия и никогда уже из него не выйдет. Выходит как-будто, что процесс обратим только для малых промежутков времени и необратим для больших. Не будем, однако, поспешны, посмотрим, что дает нам замечательная формула (5), выведенная Смолуховским, если мы положим в ней промежуток времени t очень большим. Мы приходим через отрицание отрицания к следующему выводу:

$$W\,(x,\ x_0\ t)\ dx = \sqrt{\frac{\beta}{2D}} \;.\; e^{-\frac{\beta}{2D} x^2} \;.\; dx \quad . \; . \; . \; (7).$$

Что выражает эта полученная нами формула? Она дает нам выражение вероятности перехода за очень большой промежуток времени из начального состояния x_0 в состояние, определяемое пределами x и $x + dx$. Подставив вместо $x - x_0$, мы

получим вероятность возвращения частицы в исходное положение. Как бы велико ни было отступление x_0 от положения равновесия $x=0$, вероятность, определяемая формулой (7), т.-е. вероятность **возвращения** в то же самое состояние x_0, не равна нулю. При достаточно большом интервале времени, наша частица возвращается в свое первоначальное состояние (происходит как-раз то, чего так боялся метафизик Цермело), и **необратимый процесс превращается в свою полярную противоположность: он становится обратимым!** Вот я теперь и спрашиваю, так ли уж далеки от диалектического метода такие физики, как Больтцман и Смолуховский, и так ли уж много придется перестраивать то здание, которое они построили, чтобы оно оказалось согласным с требованиями материалистической диалектики?

В приведенных рассуждениях мы вынуждены были использовать математические формулы. Для тех, кому трудно будет во всем этом разобраться, приведем более простое, чисто геометрическое истолкование процессов, изученных Смолуховским. Предположим, что начальное положение частицы x_0 (см. рис. 1)

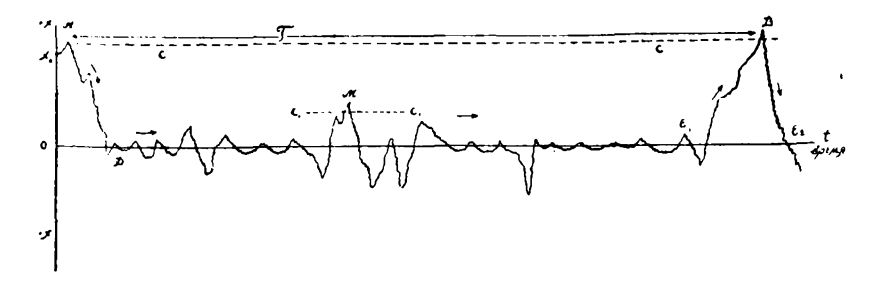


Рис. 1.

соответствует сильному отклонению от положения равновесия $x=0$. В ближайшее к этому моменту время частица может начать двигаться с **одинаковой вероятностью**, как в сторону возрастающих, так и в сторону убывающих x, здесь-то и сказывается обратимость уравнений механики! В самом деле, возьмем области *A* и *B*, возвышающиеся над «уровнем» *cc*, или область *M*, возвышающуюся над уровнем c_1 c_1; ясно, что кривая столько же раз пересекает эти уровни в сторону воз-

растающих x, как и в сторону убывающих. В этом сказывается обратимый характер явления. В чем же проявляется необратимость? В том, что если мы наблюдаем нашу частицу в положении, очень удаленном от положения равновесия, как, например, в *A* или *B* (см. рис. 1), то мы можем утверждать, что она очень скоро достигнет состояния равновесия *D* или E_2, и точно так же мы можем утверждать, что и очень незадолго перед тем, как она попала в это исключительно далекое положение, она долгое время пребывала в состоянии *E*, близком к состоянию равновесия. Кроме того, необратимость выражается еще и в том, что продолжительность пребывания нашей частицы в отклоненном от равновесия положении тем меньше, чем больше по величине это отклонение из положения равновесия. В состояниях, близких к равновесию, наша частица находится неизмеримо более значительные промежутки времени. Если бы мы могли следить достаточно долго за движением нашей частицы, то любое отклонение из положения равновесия будет повторяться. Этот период или промежуток «времени возврата», как его называет Смолуховский, будет тем больше, чем больше наблюдаемое смещение из положения равновесия. Смолуховский вычислил «время возврата» для следующих случаев. Предположим, что мы под микроскопом выделили небольшую часть поля зрения и наблюдаем в ней движущиеся брауновские частицы. Число видимых в поле зрения частиц будет изменяться, но, само собой разумеется, очень большие числа будут наблюдаться редко. Смолуховский с помощью сложного[1]), но крайне остроумного приема подсчитал «времена возврата» для этого случая. Так, наблюдениями в течение большого промежутка времени небольшого участка препарата, в котором происходило брауновское движение, было установлено, что в среднем на этот участок приходится $\nu_0 = 1{,}54$ частицы. Смолуховский показал, как можно составить следующую таблицу «времени возврата» T для случаев, когда число частиц меньше или больше этой средней.

---

[1]) l. c., стр. 81.

Таблица 1 [1]).

Число частиц ν	Время возврата T
среднее $\nu_0 = 1{,}54$	
0	5,5 секунд.
1	3,16 »
2	4,05 »
3	3,09 »
4	20,9 »
6	4 мин. 12 сек.
8	2 часа 4 мин.
10	2 сут. 15 час.
12	146,5 суток.
14	30 лет.
17	34.000 лет.

Эта таблица показывает, как чудовищно быстро возрастает «время возврата» с величиной отступления от среднего значения. Если бы мы искусственно поместили в исследуемую часть поля зрения 17 частиц, то они очень скоро оттуда бы ушли; мы получили бы так наз. явление диффузии, и, конечно, для нас такое явление практически было бы необратимо, потому что время, в течение которого мы наблюдаем, мало по сравнению с периодом в 34.000 лет! Но если бы мы стали измерять время периодами громадными по сравнению с 34.000 лет, то явление это мы должны рассматривать, как повторяющееся.

Остановимся еще на одном примере, который приводит Смолуховский. Выделим в воздухе, скажем, нашей комнаты шар радиуса r и посмотрим, как часто в этом объеме количество кислорода будет на 1% больше той средней величины, какую дает анализ воздуха? Промежуток времени T, указывающий, как часто такое явление повторяется, в сильной степени зависит от величины радиуса r, как показывает следующая таблица:

Таблица 2.

$r = 1$ ст.	$T = 10^{10^{14}}$ секунд.
$r = 3{,}10^{-5}$ ст.	$T = 12$ суток.
$r = 2{,}5.10^{-5}$ ст.	$T = 1$ секунда.
$r = 1.10^{-5}$ ст.	$T = 10^{-8}$ секунды.

[1]) Приведенные в таблице I числа до $\nu = 4$ были проверены на опыте. Полученные на опыте числа прекрасно совпадают с вычислениями.

Приведем оценку этих поразительных цифр, сделанную самим Смолуховским[1]): «Эти колоссальные различия во «времени возврата» рассмотренных процессов частичного разделения в достаточной мере объясняют, почему диффузия O_2 и N_2 для видимых частей пространства может рассматриваться, как вполне необратимый процесс, в то время как в областях ультрамикроскопических и частью микроскопических этот процесс является всецело обратимым. Таким образом можно точно установить границы приложимости термодинамических методов». К этим словам имеется еще весьма важное примечание: «Правильнее было бы сказать не обратимые, а «обращающиеся», так как они сами собой обращаются, при этом дело зависит от неконтролируемых нами микропроцессов, а не от произведенных нами изменений во внешних макроскопических параметрах. Этот момент индетерминизма чужд термодинамики» (разбивка наша А. Т.).

Математический анализ привел Смолуховского к важнейшему выводу, что процессы необратимые при достаточно большом масштабе времени превращаются в «обращающиеся». Этим устраняется метафизическая формулировка второго начала термодинамики, с которой так упорно боролся Энгельс. Вот что он писал о классической формулировке второго начала термодинамики: «Как бы ни толковать второе положение Клаузиуса и т. д., но, согласно ему, энергия теряется, если не количественно, то качественно. Энтропия не может уничтожаться естественным путем, но зато может создаваться. Мировые часы сначала должны быть заведены, затем начинается их движение, пока часы не придут в равновесие, из которого вывести их может только чудо. Потраченная на завод часов энергия исчезла, по крайней мере, в качественном отношении, и может быть восстановлена только путем толчка извне» [2]).

Но какой же выход из этого положения предлагал Энгельс? Ответ мы находим все в той же книжке на стр. 173: «Но здесь

[1]) l. c., стр. 97.

[2]) «Диалектика Природы», стр. 71.

мы вынуждены либо обратиться к помощи творца, либо сделать тот вывод, что раскаленный сырой материал для солнечной системы нашего мирового острова возник естественным путем, путем превращений движения, которые присущи от природы движущейся материи, и условия которых должны, следовательно, быть снова произведены материей (сравни не обратимые, а «обращающиеся» процессы у Смолуховского, см. на предшеств. странице) хотя бы после миллионов-миллионов лет, более или менее случайным образом (сравни слова Смолуховского: «этот элемент индетерминизма чужд термодинамике». А. Т.), но с необходимостью, присущей и случаю». Разве мы не видим в этих сжатых строках той программы, по которой пошло естествознание в лице его передовых умов, какими были Больтцман и Смолуховский? Ведь даже и цифры миллионов-миллионов лет, высказанные предположительно Энгельсом, приближаются к результатам вычислений Смолуховского! Поистине можно сказать, диалектический метод одержал одну из славнейших своих побед и притом руками людей, применивших диалектику только потому, что их заставила это сделать сама природа, в которой все идет в конечном счете «диалектически, а не метафизически».

Таким образом, программа, намеченная Энгельсом, через 50 лет оказалась выполненной. О первых шагах, сделанных в этом направлении, Энгельс отзывается как о «триумфе физики», и в то же время на стр. 143 читаем мы следующие слова, которые могут вызвать некоторое смущение: «Но если я не имело ничего другого сказать о теплоте, кроме того, что она представляет собой известное перемещение молекул, то лучше мне замолчать». Прежде всего всякий физик согласится, что если мы действительно ничего не имеем сказать кроме приведенных слов, то говорить и в самом деле не стоит. Важно ведь не сказать, а доказать, что тепло есть молекулярное движение, а из приведенного обзора работ Больтцмана и Смолуховского совершенно ясно, что это доказательство было не легким делом. Кроме того, как мы видели, для решения задачи потребовались не одни только уравнения механики. Но это соображение не дает, конечно, исчерпывающего ответа на высказанную Энгельсом мысль. Мне кажется, что ответ этот дан самим Энгельсом в «Диалектике Природы» на стр. 285: «Назвав

физику,—говорит Энгельс,—механикой молекулярного движения, мы тем не менее не забываем, что это выражение вовсе не охватывает всей области современной физики. Наоборот, эфирные колебания, обусловливающие явления света и лучистой теплоты, наверное не являются молекулярными движениями в современном смысле слова. Но их земные действия затрагивают прежде всего молекулы... Но когда мы сумеем дать механику эфира, то в нее, разумеется, войдет и многое такое, что теперь, по необходимости, включается в физику».

Можем ли мы в самом деле сказать, что все тепловые явления нацело сводятся к молекулярным движениям? Ведь если то тело, в котором мы изучаем молекулярные движения, будет иметь высокую температуру, то оно начнет излучать энергию, т.-е. к движению молекул присоединится другой процесс—процесс излучения, который, конечно, не является молекулярным движением. В этом смысле мы, конечно, должны будем сказать, что из одного только молекулярного движения, не принимая в расчет излучения, т.-е. процессов, протекающих в эфире, мы мира не построим! Это обстоятельство было вполне ясно Гельмгольтцу. «Тепловое движение [1],—пишет он, рассматривалось, однако, до сих пор, как сложный случай движения исключительно весомых атомов. Но так как нагретые тела излучают волны эфира, то указанное ограничение, позволяющее при некоторых простых предположениях вывести закон Карно, как это показали Клаузиус и Больтцман, следует рассматривать, как достаточную для современного положения дел гипотезу. Действие других сил, например, электродинамических, не может быть исключено в данном случае с какой-либо степенью уверенности». Гельмгольтц указал на метод, каким можно воспользоваться, чтобы подойти к вопросу теории тепловых движений, не делая никаких ограничений, т.-е. не отвлекаясь от осложнений, вносимых лучеиспусканием. Но для этого нам надо познакомиться со всем ходом мыслей Гельмгольтца, высказанных в его знаменитых и сейчас еще мало оцененных работах «О физическом значении принципа наименьшего действия».

---

[1] «Die Physikalische Bedeutung des Princips der Kleinsten Wirkung». H. Helmholtz, «Abhandlungen», Band III, p. 206.

II.

Среди значительной части марксистов в настоящее время укоренилось твердое убеждение, что механика есть учение о движении однородной материальной точки. Распространению этого предрассудка в немалой степени содействовали распространение и внешний успех формальной физики Маха-Эйнштейна. Классические работы Гельмгольтца, ясно показывающие диалектический переход от элементарных форм движения, известных механике XVIII столетия, к тем более сложным формам движения, какие лежат в основе более сложных физических процессов, сейчас совершенно забыты. Сейчас в моде у современных физиков Эйнштейновского толка утверждать, что механика ничего общего не имеет с законами электродинамики, что законы электромагнитного поля можно «описать» с помощью уравнений Максвелля, а выводить эти уравнения из основных положений механики Ньютона—пустая, давно вышедшая из моды игра. Такая ультра-«специфичность» пленила многих марксистов, заставив их придти в восторг от выступления Ганса Витте, доказывающего, что между механикой и электродинамикой нет и не может быть ничего общего, при чем они не заметили, что это тенденциозное искажение истории физики имело своей единственной задачей... борьбу с материализмом [1]).

Такой узкий взгляд на механику объясняется, быть может, тем, что Энгельс почти не затрагивает вопроса о диалектике в области механики. Чем это было вызвано — можно, конечно, спорить; пишущему эти сроки представляется, что дело объясняется тем, что в области механики того времени, когда Энгельс писал свою книгу, не было того «ползучего эмпиризма», с которым он особенно сильно боролся, и потому эта область не привлекала его внимания. Конечно, на этом объяснении мы особенно настаивать не будем. Но, как бы то ни было, Энгельс мало останавливается на вопросах механики и совсем почти не касается механики системы. «Механика,—читаем мы на странице 143, — в более широком или узком смысле слова — знает только количества, она оперирует скоростями и массами и, в лучшем случае, объемами. Там, где на пути у нее стоит каче-

---

[1]) H. Witte. «Ueber den gegenwärtigen Stand der Frage nach einer mechanischen Erklärung der Elektrischen Erscheinungen». Berlin. E. Eberig. 1906.

ство, как, например, в гидростатике и аэростатике,— она не может придти к удовлетворительным результатам, не вдаваясь в рассмотрение молекулярных состояний и молекулярного движения; она сама—только простая вспомогательная наука, предпосылка физики».

Между тем даже в области математики, где диалектика не столь богата, как в области механики, физики или химии, не говоря уже о биологии, Энгельс полемизирует с Гегелем, находя, что и в области математики, где мы, казалось бы, имеем дело с чистым количеством, мы встречаемся и с качественными изменениями. Вот это замечательное место из «Диалектики Природы»: «Число есть чистейшее известное нам количественное определение. Но оно полно качественных различий; Гегель, количество и единица, умножение, деление, возведение в степень, извлечение корня.

Благодаря этому получаются уже, — на что не указывает Гегель, - качественные различия: получаются первичные числа и произведения, простые корни и степени. 16 не есть просто сумма 16 единиц, но также квадрат 4 и биквадрат 2. Мало того, первичные числа сообщают числам, получившимся путем умножения их на другие числа, новые определенные качества: только четные числа делятся на два, то же самое относится к 4 и 8. Для деления на три мы имеем правило о сумме цифр. То же самое в случае 9 и 6, где это сливается также со свойством четного числа. Для 7—особый закон. На этом основываются фокусы с числами, которые не знающим арифметики кажутся непонятными. Поэтому то, что говорит Гегель (III, стр. 237) о бессмысленности арифметики, неверно (ср., однако, «Мера»). Математика, говоря о бесконечно большом и бесконечно малом, вводит количественное различие, принимающее даже вид неустранимой качественной противоположности. Количества, которые так колоссально отличны друг от друга, что между ними прекращается в с я к о е рациональное отношение, всякое сравнение, становятся количественно несоизмеримыми. Обычная несоизмеримость круга и прямой линии является также диалектическим качественным различием, но здесь именно к о л и ч е с т в е н н о е различие о д н о р о д н ы х величин возвышает к а ч е с т в е н н о е различие до несоизмеримости».

Таким образом, если даже в учении о числе мы имеем дело с качественными различиями, то неужели в более богатой содержанием науке, как механика, мы должны отрицать качественные различия только потому, что этим вопросом по тем или другим причинам не занимался Энгельс? Мне кажется, что именно здесь нам надо сосредоточить наибольшее внимание и, вооружившись диалектическим методом, разобраться во всех спорных вопросах.

Остановим прежде всего наше внимание на основной мысли замечательного исследования Гельмгольтца: «О физическом значении принципа наименьшего действия»[1]). В теоретической механике доказывается, что решение любой механической задачи приводится к решению знаменитых уравнений Лагранжа, выведенных им для любой системы (а не только для однородной материальной точки). Эти уравнения имеют следующий вид:

$$F_a = -\frac{\partial}{\partial P_a}(P-K)+\frac{d}{dt}\left[\frac{(\partial P-K)}{\partial \dot{P}_a}\right] \quad . \ . \ . \ . \ (1).$$

Здесь F_a обозначает силу, вызывающую изменения параметра P_a — одного из тех параметров, которыми определяется состояние нашей системы; $\dot{P}_a$ означает изменение параметра P_a, отнесенное к единице времени,— т.-е. «скорость», а $P - K = L$, так наз. функция Лагранжа, представляющая разность потенциальной и кинетической энергии. Число уравнений (1) равно числу параметров P_a, а это число в свою очередь определяется числом данных, необходимых для того, чтобы точно определить нашу систему, т.-е., зная значения всех P_a и все скорости $\dot{P}_a$, мы должны быть в состоянии определить положение любой материальной точки, входящей в состав нашей системы. Что же касается Лагранжевой функции $\dot{P} - K$, то в обычных задачах механики потенциальная энергия P зависит только от параметров P_a и н е з а в и с и т о т «с к о р о с т е й» $\dot{P}_a$. С другой стороны, кинетическая энергия выражается, как однородная функция второй степени от скоростей, т.-е. имеет следующий вид: $K = a_{11}\dot{P}_1^2 + a_{22}\dot{P}_2^2 + 2a_{12}\dot{P}_1\dot{P}_2 \ldots$ Таким образом, каждый член формулы, изображающей K, содержит множителем или

[1]) H. v. Helmholtz. «Abhandlungen», Band III, p. 203.

квадрат какой-либо скорости $\dot{P}_1^2$, или произведение двух скоростей $\dot{P}_1\, \dot{P}_2$ и т. д. Коэффициенты a_{22}, a_{11}, a_{12} и т. д. могут зависеть от параметров P_1, P_2 ..... и т. д. Здесь мы должны заметить следующее: приведенное нами строение функций Р и К не вытекает из основных положений механики, на которых построены уравнения (1). Законы механики определяют самый вид уравнений (1), но они ничего не говорят о структуре функций Р и К. На это необходимо обратить особое внимание в связи с ходом мысли Гельмгольтца.

Всем нам хорошо известно, что Гельмгольтц первый сформулировал закон сохранения энергии во всей его полноте, и само собой разумеется, что он приложил не мало стараний отыскать выражение для энергии в самых разнообразных случаях, или, точнее, для самых разнообразных классов явлений, о которых мы еще вовсе не знаем, что̀ именно там движется, и как происходит это движение. В большом числе случаев, однако, мы можем, несмотря на скудные сведения о механике процесса, произвести разделение энергии на потенциальную и кинетическую. Так, например, при рассмотрении электромагнитных процессов само собой напрашивается считать магнитную энергию за кинетическую, так как она получается только при движении электрических зарядов. Наоборот, электрическая энергия имеет определенную величину и в электро-статическом поле, т.-е., когда заряды неподвижны — это несомненно потенциальная энергия: ее трудно было бы уподобить кинетической энергии[1]).

Подобным образом и в других случаях возможно бывает определить, что соответствует кинетической и что потенциальной энергии, и таким образом составить функцию Лагранжа Р—К. Но, как правило в этих случаях, эта функция по своему внешнему виду мало походит на то, что мы имеем в задачах механики. Хотя, конечно, и в этом случае мы имеем определенное число параметров

---

[1]) Входить в рассмотрение взглядов J. J. Thomson'a, сводящего и потенциальную энергию к движению скрытых масс, мы в настоящем очерке не имеем возможности.

и их скоростей, которыми определяется данная система, но самая функция Р — К имеет часто совсем необычный для механики вид. Гельмгольтц сделал смелую попытку вставить эту функцию Р — К, составленную для какой-либо области явлений, не имеющих прямой связи с механикой, в уравнение механики Лагранжа (1), заменив параметры Ра теми параметрами, через которые в этом случае выражена функция Р—К. Получился поразительный результат: подстановка Р — К в уравнение (1) дает математическое выражение известных уже законов для данной области явлений! Мы можем получить таким путем законы электромагнетизма, законы тепловых явлений и т. д. Идя этим путем, Абрагам в 1904 году получил законы динамики электрона. Уравнения Лагранжа таким образом оказываются приложимы ко всем известным нам областям физики. Есть ли это возврат к механическому материализму «дохимического» XVIII столетия? Мы думаем, что никоим образом. Специфичность всех этих более сложных явлений выражается в неодинаковом строении функции Лагранжа, сами же уравнения Лагранжа, т.-е. уравнения механики остаются те же. Многие из марксистов настолько заражены сейчас «механобоязнью», что и слышать не хотят о том, как это электромагнитные процессы «сводятся» к уравнениям механики: они не замечают, что при тождестве самих уравнений есть и различие—различие структуры функции Лагранжа. Вот из-за того, что этот диалектический узел мало бросается в глаза, так что очень многие его совсем не видят, и происходит в наши дни весьма щедрое наделение качеством «механический материалист».

Работа Гельмгольтца не могла быть известна Энгельсу, так как она вышла в 1886 г., а статьи Энгельса заканчиваются началом восьмидесятых годов, но то, что нашло свое наиболее яркое выражение в этом исследовании, есть уже отчасти и в трудах Максвелля, и вот эта сторона дела была оценена по достоинству Энгельсом. Так, о теории электромагнитного поля Энгельс пишет (стр. 297): «Различные теории различно изображают характер этого движения: теории Максвелля, Ганкеля и Реньяра, примыкая к новейшим исследованиям о вихревом дви-

жении, видят в нем — каждая по-своему — тоже вихревое движение. И, таким образом, вихри старого Декарта снова находят почетное место в новых областях знания..., в лежащей в основе их концепции заметен решительный прогресс... Эфирная теория указывает, с одной стороны, путь, как преодолеть грубое первоначальное представление о двух противоположных электрических жидкостях; с другой же стороны, она дает надежду объяснить, что такое собственно вещественный субстрат электрического движения, и что собственно за вещь вызывает своим движением электрические явления». В другом месте мы уже видели, что Энгельс, не колеблясь, полагает, что «когда мы сумеем дать механику эфира (разбивка наша. А. Т.), то в нее, разумеется, войдет и многое такое, что теперь, по необходимости, включается в физику». Почему же Энгельс, так упорно воевавший с механическим материализмом, вдруг признал прогрессом «механическую теорию» электромагнитного поля Максвелля? А просто потому, что он видел тот узел, который связывает электродинамику с механикой, он видел, что здесь не простое отождествление электромагнетизма и механики. А, кроме того, Энгельс видел, что теория Максвелля уже и тогда оказалась плодотворной. Но посмотрим, как формулировал сам Гельмгольтц тот «узел», который отделяет механику от остальных областей физики. В цитированном исследовании мы находим следующее замечательное место: «Если мы собираемся изучать общие свойства систем, которые подчинены принципу наименьшего действия, то нам необходимо отбросить прежнее ограничение, согласно которому скорость входит только в выражение живой силы и притом в форме однородной функции второй степени, и нам надо посмотреть, как обстоит дело, если H (Лагранжева функция или кинетический потенциал по обозначению Гельмгольтца) является функцией координат и скоростей любой формы». Форма функции Лагранжа и выражает качественное отличие физических явлений друг от друга,—она определяет их специфичность.

Но теперь является вопрос: а что же, эти различные формы функции Лагранжа отделены друг от друга непереходимы-

ми перегородками, или, быть может, мы и в этой области сможем показать, как это сделал Больтцман в примере с разноцветными шарами, что и в области обыденной механики возможны такие случаи, когда функция Лагранжа, хотя бы отчасти, становилась похожей на то, что имеет место в других областях физики? Не наблюдаем ли мы и здесь того взаимного проникновения противоположностей, которого требует диалектика? Ответ на этот вопрос мы опять находим в забытых теперь замечательных работах Гельмгольтца «О статике моноциклических систем»[1]).

Основная мысль этих работ заключается в следующем. Существуют такие типы движений, которые не изменяют внешнего вида и положения движущегося тела. Так, например, шар,— допустим еще, идеально отполированный,— вращающийся вокруг постоянной оси, не изменяет своего внешнего вида. Если это движение идет с постоянной скоростью и без толчков, то мы совсем не замечаем этого движения. При этом движении, как бы ни был расположен шар, потенциальная энергия его, зависящая, например, от силы тяжести, не будет изменяться. В самом деле даже если ось вращения не будет горизонтальна, то число и масса опускающихся частей шара всегда равны числу и массе поднимающихся, следовательно, в общем, изменения энергии в зависимости от вращения не будет. Такого рода движения Гельмгольтц называет «циклическими». В чем будет заключаться отличительная особенность этих систем? Прежде всего соответствующая им Лагранжева функция не будет содержать параметров, характеризующих положение частей шара вокруг оси, т. е. не будет зависеть от угла φ, отсчитанного от какой-либо постоянной плоскости, проходящей через ось. Далее в функцию Лагранжа будет входить угловая скорость $\dot{\varphi}$, определяющая кинетическую энергию вращения шара вокруг оси и соответствующая углу φ, который сам не входит в функцию Лагранжа. Поэтому для данного случая мы получим уравнение (1) в следующем упрощенном виде: $\frac{d}{dt}\frac{\partial(P-K)}{\partial\varphi'}=0$ ..3. Действитель-

[1]) Helmholtz, «Abhandlungen», p. 119: «Studien zur Statik Monocyklischer Systeme». Более популярное изложение этих работ имеется в VI томе курса теоретической физики Гельмгольтца.

но, раз энергия не зависит от параметра φ, то $\frac{\partial(P-K)}{\partial\varphi}=0$, и если угловая скорость не изменяется со временем, то должна равняться нулю и та сила $F\varphi$, которая вызывает изменение φ. Уравнение (3) приводит к условию, что $\frac{\partial(P-K)}{\partial\dot{\varphi}}=C_{\varphi}$ (4), где $C\varphi$ —величина постоянная. Для этой «циклической» переменной уравнение Лагранжа упрощается—принимает вид (4). Им можно воспользоваться, чтобы, определив из него φ', т.-е. выразив φ' через другие переменные и скорости, исключить из других уравнений это φ', заменив φ' его выражением через другие переменные. Гельмгольтц показывает, что при этом исключении «циклических переменных изменяется самый состав функции Р—К. Вместо нее мы получаем новую функцию Лагранжа, уже не однородную функцию второй степени относительно скоростей, так как в нее входит скорость в первой степени.

Новая функция Лагранжа качественно отличается от прежней. Действительно, прежняя функция (однородная функция второй степени) не изменялась при перемене знака у всех скоростей, в новой же функции, где входит по крайней мере один из параметров в первой степени при перемене знака, функция меняется существенным образом и, следовательно, теряет уже даже характер обратимости.

Мы привели только один пример. Гельмгольтц показывает, как путем сходных предположений, ограничивая вид движений тех или других составных частей системы, можно придти к самым разнообразным формам функции Лагранжа, радикально отличающимся от тех, с какими оперирует обычная механика.

Гельмгольтц замечает, что эти исследования, показывающие возможность получения *даже на почве механики* выражений для функции Лагранжа, сходных с теми, какие мы получаем по методу Гельмгольтца для других областей физики, дают нам большую уверенность в правильности выбранного нами пути. Приводим формулировку самого Гельмгольтца. «В цитированных статьях,—пишет Гельмгольтц,—я показал, что подобного рода формы (функции Лагранжа. А. Т.) могут появиться при известных ограничивающих предположениях также и для систем весомых масс благодаря исключению некоторых коор-

динат, и что появление таких сложных форм не представляет собой возражений против применения уравнений Лагранжа». Вот как Гельмгольтц понимал сведение сложного к простому: это вовсе не отождествление сложного с простым, как очень многие думают! Сравним эту точку зрения с тем, что говорит Энгельс по поводу другого узла, связывающего химию и биологию, хотя и не имеющего непосредственного отношения к разбираемому вопросу. Для нас ведь важен методологический подход к изучению узлов, так что вывод можно будет сделать и для интересующего нас сейчас случая. «Физиология есть, разумеется, физика и в особенности химия живого тела, но вместе с тем она перестает быть специально химией: с одной стороны, сфера ее действия здесь ограничивается, но, с другой, она поднимается на высшую ступень» (стр. 197). Как-раз то же самое мы видим и в рассматриваемом случае; в механической системе мы ограничиваем свободу движения некоторых ее частей, накладывая определенные условия на определенные координаты, и вместе с тем поднимаемся на более высокую ступень: находим новые формы функции Лагранжа, изображающие специфические особенности более сложных классов физических явлений. Следуя этому пути, Максвелль и в наше время Дж. Дж. Томсон решили ряд сложнейших задач в области электродинамики. Дж. Дж. Томсон показал, как, сделав первый шаг в том направлении, о котором говорит Энгельс, т.-е. сделав попытку построить механику эфира, можно, не покидая материалистической позиции, объяснить явление электромагнитной массы и, кроме того, показать, как можно от ньютонианской механики постоянных масс перейти к электродинамике, где мы сталкиваемся с переменными массами, и делается все это чрезвычайно просто, без всякой мистики, которая для этой цели привлекается современной махистски-эйнштейновской физикой. Приведем мнение Лорентца, одного из основателей современной электронной теории, о том методе, который был предложен Гельмгольтцем: «В заключение необходимо подчеркнуть, что даже если мы окончательно откажемся от механического объяснения, то все-таки изображение законов электродинамики в такой форме, в которой они согласуются с уравнениями механики, сохраняет все свое значение. Эта форма, оказы-

вается, великолепно подходит к решению специальных задач, причем многие важные следствия, как, например, взаимные отношения между индукционными токами и электродинамическими действиями, приобретают особенный интерес, когда они выступают в качестве короллария теоремы общей механики» [1]).

Помимо электродинамики, Гельмгольтц дает указания, как надо поставить задачу, и как надо приступить к отысканию функции Лагранжа, соответствующей тепловым явлениям, при том условии, что в расчет принимается и лучистая энергия, излучаемая атомами. Мы, следовательно, получаем ответ на вопрос, поставленный Энгельсом: «Назвав физику механикой молекулярного движения, мы тем не менее не забываем, что это выражение вовсе не охватывает всей области современной физики. Наоборот, эфирные колебания, обусловливающие явления света и лучистой теплоты, наверное, не являются молекулярными движениями в современном смысле слова. Но их земные [2]) действия затрагивают прежде всего молекулы» (стр. 285).

Явления излучения не рассматриваются, как правило, в кинетической теории. Теория Гельмгольтца дает указания, как ввести это существенное дополнение, но... расцвет формальной физики затормазил развитие научной мысли в этом направлении.

Итак, к каким же результатам мы приходим после рассмотрения классических — теперь почти забытых работ Гельмгольтца? Уравнения механики приложимы ко всем рассмотренным им явлениям физики. Отождествляем ли мы этим физику с механикой? На это мы отвечаем решительно: нет! Помимо уравнений механики, надо еще составить функцию Лагранжа или так называемый кинетический потенциал, т.-е. разность потенциальной и кинетической энергии для рассматриваемой системы. Вид этой функции различен в зависимости от особенностей системы. Вот здесь-то и вносится то новое—специфическое, что отличает одни формы материального движения от других. Структура функции Лагранжа не вытекает непосредственно из основных уравнений механики.

---

[1]) H. A. Lorentz. «Encyklopädie der Mathematischen Wissenschaften». Band V, Heft 1, p. 135. 1904.

[2]) Речь идет прежде всего о действии солнечного света (А. Т.).

Гельмгольтц на ряде примеров показывает, как можно получить функции Лагранжа, совсем не похожие на те, с которыми оперирует обычная механика. Вот эти-то диалектические узлы, которые были не только установлены, но,—что еще гораздо важнее,—и изучены, и отличают современные механистические теории от материализма «дохимического XVIII столетия», целиком и полностью и без всяких оговорок распространяющего обыденную механику на те более сложные физические явления, где сама механика, как показал Гельмгольтц, видоизменяется постолько, посколько изменяется структура функции Лагранжа. Нет, механика не остановилась в своем развитии сто лет тому назад, как об этом под влиянием современной формальной физики многие готовы думать!

III.

Мы переходим теперь к третьей группе вопросов, которыми интересовался Энгельс,—к вопросам, которые неразрывно связаны со звеном, соединяющим физику с химией. Эти вопросы вызывают особенно оживленные споры. Когда современные физики говорят, что отдельные «специфически» отличные друг от друга атомы состоят из более мелких частиц, электронов и протонов, и что различия химических элементов обусловлены различием в числе, расположении и характере движения этих составных элементов, то на многих марксистов нападает леденящий ужас: им чудится, что все качественное разнообразие форм материи растворяется в игре чисел недоброй памяти однородной материальной точки!

Как отнесся бы к современной электрической теории материи Энгельс, мы, конечно, не знаем, но его восторженные отзывы о системе Менделеева, которая раскрывает перед нами несомненную связь между всеми химическими элементами, заставляют думать, что он во всяком случае с большим вниманием отнесся бы к той теории, которая дает возможность не только констатировать, но и понять те факты, которые выражены в системе Менделеева. Очень интересно сравнить то, что было написано Энгельсом до открытия Менделеева, с тем, что он писал после ознакомления с основами периодической

системы элементов. Вся химия того времени, когда Энгельс начал писать свои заметки, из которых сложилась диалектика природы, приводила к тому, что никакой простой связи между отдельными элементами—никакой простой связи между атомными весами элементов не существует. В это время вполне правильной была следующая мысль Энгельса (см. стр. 143): «Но в физике, а еще более в химии не только происходит постоянное качественное изменение в результате количественного изменения, не только наблюдается переход количества в качество, но приходится также рассматривать множество изменений качества относительно которых совершенно не доказано (подчеркн. нами. А. Т.), что они вызваны количественными изменениями. Можно охотно согласиться, что современная наука движется в этом направленив, но это вовсе не доказывает, что, идя этим путем, мы исчерпаем до конца физику и химию».

«Но ни один химик не решится утверждать, будто все свойства какого-нибудь элемента выражаются исчерпывающим образом на кривой Лотара Мейера, что этим одним определяются, например, специфические свойства углерода, делающие его главным носителем органической жизни или же необходимость фосфора в мозгу. Между тем механическая концепция сводится именно к этому; она объясняет всякие изменения из изменений места, все качественные различия из количественных и не замечает, что отношение между качеством и количеством взаимно, что качество также переходит в количество, как количество в качество, что здесь имеется взаимодействие. Если мы должны сводить все различия и изменения качества к количественным различиям и изменениям, к механическим перемещениям, то мы с необходимостью приходим к тому положению, что вся материя состоит из тождественных мельчайших частиц, и что все качественные различия химических элементов материи вызываются количественными различиями в числе и пространственной группировке этих мельчайших частиц при их объединении в атомы. Но до этого нам еще далеко». Современный физик и химик может сказать одно: теперь это время настало! Правда, эти мельчайшие частицы

оказались сложными системами, так как каждый электрон есть сложная система вихрей в эфире. Это уж совсем не те частицы, с которыми оперировала механика XVIII столетия. Физикам действительно пришлось пройти далекий путь через механику эфира. Весьма интересно, что для Энгельса это время настало еще до открытия электрона. Вот его собственные слова, написанные после открытия Менделеева: «Наконец, закон Гегеля имеет силу не только для сложных тел но и для химических элементов. Мы знаем теперь, «что химические свойства элементов являются периодической функцией атомных весов (Roscoe-Schorlemmer. «Ausführliches Lehrbuch der Chemie». II Band, стр.283), что, следовательно, их качество обусловлено количеством их атомного веса. Это удалось блестящим образом подтвердить» (стр. 227. Разбивка наша). «Менделеев, применяя бессознательно Гегелевский закон о переходе количества в качество, совершил научный подвиг, который смело можно поставить на ряду с открытием Леверрье, вычислившего орбиту еще неизвестной планеты Нептуна» (стр. 227). Сопоставление этих двух выдержек, написанных до и после открытия Менделеева, показывает, в чем суть дела. Единство химических элементов до Менделеева было «совершенно не доказано», Менделеев же показал, что качество химических элементов обусловлено «количеством их атомного веса», и притом «это удалось блестящим образом подтвердить».

Посмотрим теперь, как было встречено марксистами открытие «элементов», из которых построены химические элементы. Ленин в начале V главы «Материализма и Эмпириокритицизма» приводит выдержки из статьи Иосифа Динэ-Дэнеса, «Марксизм и новейшая революция в естествознании», напечатанной в «Die Neue Zeit» в 1907 г., где указывается на то, как современное естествознание подтверждает взгляды Энгельса. Ленин указывает, что автор этой статьи, излагая современные успехи естествознания, мало останавливается на гносеологических выводах из современных теорий, и в этом недостаток статьи. «Но именно этот недостаток делает для нас особенно интересными точку зрения и выводы упомянутого автора. Иосиф Динэ-Дэнес стоит, подобно пишущему эти строки, на точке зрения того самого «рядового марксиста», про которого с та-

ким величественным презрением говорят наши махисты». Вот какую еще выдержку из статьи Динэ-Дэнеса приводит Ленин: «Подобно тому, как все силы природы сводятся к одной силе: так и все вещества природы сводятся к одному веществу» (подчеркн. И. Динэ-Дэнесом). Приведя мнение одного из писателей, считающих атом только сгущением эфира, автор восклицает: «Как блистательно подтверждается изречение Энгельса: движение есть форма бытия материи»! «Все явления природы суть движение, и различие между ними состоит только в том, что мы, люди, воспринимаем это движение в различных формах... Дело обстоит именно так, как сказал Энгельс. Точно так же, как и история, природа подчинена диалектическому закону движения». А вот что пишет сам Ленин [1]):

«Вместо десятков элементов удается, следовательно, свести физический мир к двум или трем (поскольку положительный и отрицательный электроны составляют — две материи существенно различные, — как говорит физик Пелла). Естествознание ведет, следовательно, к «единству материи»,—вот действительное содержание той фразы об исчезновении материи, о замене материи электричеством и т. д., которая сбивает с толку столь многих». Отчего же теперь, когда электронная теория одержала столько побед, когда она доказала свою мощь, некоторые из марксистов испугались? Может быть, потому, что они сами приписали физикам взгляд, что электрон-то, наконец, есть нечто абсолютно неделимое? Ни один из физиков не стоит на такой метафизической точке зрения. Для того, чтобы рассеять все сомнения, посмотрим, как по вопросу о неделимости электрона высказался Милликан, крупнейший из современных экспериментаторов, определивший заряд электрона с точностью до одной десятой доли процента. «С методами современной науки было бы несовместимо всякое догматическое утверждение о неделимости электрона. Такие утверждения обычно делались до самого последнего времени на лекциях в высшей школе относительно атомов элементов; однако, дальновидные физики в роде Фарадея всегда старались отрешиться от веры в неделимость химических атомов, и это просто потому, что не было ника-

[1]) «Материализм и Эмпириокритицизм», стр. 217.

ких оснований для того, чтобы утверждать что бы то ни было относительно внутреннего строения атома» [1]).

И тем не менее Милликан доказывает, что пока что мы еще не имеем основания говорить, что мы можем разделить электрон на части теми методами, какими мы сейчас располагаем. Таким образом, во всяком случае, не физики создают «абсолютно неделимые» электроны!

Но какие преимущества дает электронная теория при изучении химических процессов? Посмотрим, как определяет роль этой теории в химии Дж. Дж. Томсон в своей замечательной книге «Электрон в химии» [2]).

«Существовало обыкновение разделять изучение свойств материи на две науки, физику и химию. В прошлом это различие было действительным вследствие того, что мы не знали структуры атома и молекулы. Область внутри атома и молекулы для старой физики была неизвестной территорией, и мы не имели объяснений, почему свойства атома одного элемента отличаются от свойств атома другого. Так как химия изучает именно эти различия, то граница между двумя этими науками была реальной. В течение последней четверти столетия физики проникли на эту территорию и пришли к представлениям об атоме и молекуле, из которых ясно, почему один атом отличается от другого, и каким образом один атом соединяется с другим и дает молекулу. А это как-раз задачи, которыми занимались химики, и таким образом, если современное представление об атоме правильно, барьер, отделяющий физику от химии, удален». Посмотрим теперь на конкретных примерах, что дает электронная теория в химии. Мы прежде всего должны оговориться, что в этой области наука делает только первые шаги; по этой причине Томсон с самого начала вносит ряд упрощающих предположений и нисколько не скрывает временного характера этих предположений. Основное предположение состоит в следующем: чтобы придать устойчивый характер атомным моделям, Томсон допускает, что центральное ядро,

[1]) Р. Милликэн. «Электрон». Госиздат, 1924, стр. 122.

[2]) J. J. Thomson. «The Electron in Chemistry». London. Chapman and Hall. 1923. Подготовляется русский перевод под редакцией проф. И. А. Каблукова.

помимо притяжения, одновременно проявляет и силу отталкивания. Согласно этому предположению, сила F, действующая на электрон, выражается формулой $F = \frac{Ee}{r^2}\left(1 - \frac{c}{r}\right)$ . . . . . (1)[1]. Принимая этот закон взаимодействия ядра и электронов и обычное отталкивание по закону Кулона между электронами, мы получаем возможность изучать фигуры равновесия, т.-е. мы можем изучать, как располагаются электроны вокруг ядра в зависимости от числа их. При большом числе электронов, возможны, при одном и том же числе электронов, различные их расположения, обладающие различной степенью устойчивости.

Так, например, при четырех электронах возможно только одно устойчивое расположение: электроны располагаются в одной плоскости вокруг ядра и располагаются по вершинам квадрата. При пяти электронах возможны два расположения: первое, более устойчивое, сводится к тому, что три электрона располагаются по вершинам правильного треугольника, в центре которого помещается ядро; два остающиеся электрона находятся на равных расстояниях по обе стороны от ядра и располагаются на прямой линии, проходящей через центр треугольника перпендикулярно к его плоскости. Но возможно и другое расположение, при котором четыре электрона расположены вблизи ядра и один на очень большом расстоянии от ядра. Есть много оснований думать, что последняя комбинация изображает атом азота, находящийся в «активном» состоянии, тогда как первая изображает «нормальный» атом азота. Мы знаем далее на основании опыта, что в атоме азота должно быть пять наружных электронов, в атоме углерода—четыре, в атоме кислорода—шесть, так что число электронов нам известно. Выражение закона взаимодействия (1) несомненно имеет только временное значение, но оно нам нужно для большей определенности всех наших построений. Кроме того, на первых порах мы отвлекаемся от движений электронов. Таким образом, если нам удастся изобразить хотя бы часть химических явлений, то этим будет доказано, что эти процессы определяются

---

[1]) Здесь E—заряд ядра, e—электрона, r—расстояние электрона от ядра и c—постоянная.

главным образом расположением электронов в атомах, а не их движениями.

Посмотрим, какие факты объясняет эта теория? Рассматривая две приведенные модели для азота, мы приходим к выводу, что у менее устойчивой формы легко отщепить электрон, расположенный вдали от ядра. А если так, то такой атом с отщепленным электроном будет легко притягиваться другими атомами. Действительно, при известных условиях получается так называемый «активный» азот, легко вступающий в химические соединения. Наоборот, у устойчивой формы отделить электрон чрезвычайно трудно: работа, потребная для отделения его, значительно больше, чем у активной формы. Этим объясняется инертность «нормального» азота. Излагаемая теория помогла сделать ряд предсказаний. Рассмотрим несколько таких предсказаний Томсона, теперь уже оправдавшихся. Число внешних электронов определяет валентность химического элемента, определяет тип тех химических соединений, которые данный элемент может образовать. Сравним атомы азота и кислорода. У первого пять наружных электронов, у второго — шесть. Если мы каким-либо образом удалим один из электронов в атоме кислорода, то кислород с одним недостающим электроном должен приобрести свойства азота, по крайней мере некоторые. Азот с водородом дает, как известно, соединение NH_3 (аммиак). Если кислород с одним недостающим электроном приобретает свойства азота, то он должен давать соединение вида OH_3+: знак $+$ показывает, что кислород заряжен $+$, так как он лишился одного электрона. Томсон показал, что в смеси кислорода и водорода в разрядной трубке появляются действительно соединения с молекулярным весом 19, что как-раз и соответствует формуле OH_3. Если у кислорода отщепить еще один электрон, то мы должны получить кислород, по свойствам приближающийся к свойствам углерода, так как в атоме углерода четыре наружных электрона. Действительно, Томсону удалось в той же разрядной трубке получить соединение OH_4++ соответствующие метану CH_4!

Далее, если мы отщепим у калия один электрон, то по числу электронов он будет похож на инертный газ — аргон. Исследования Зеемана и Дика показали, что спектр положи-

тельно заряженного калия очень похож на спектр аргона. Таких фактов теперь установлено громадное число!

Остановим наше внимание еще на одном примере, на который обратил внимание Лангмьюр, много поработавший в той же области, в которой работает сейчас Томсон. Рассмотрим молекулу азота N_2 и молекулу окиси углерода CO: в первой число внешних электронов $5+5=10$, во второй $4+6=10$. Таким образом, у этих двух молекул число внешних электронов одинаково, а если так, то есть основание думать, что и физико-химические свойства этих двух тел должны быть очень сходны. Конечно, это не будет полное тождество, так как ядра у N, C и O различны. Из следующей таблицы мы, однако, видим, насколько сходны между собой эти два вещества, которые без рассматриваемой теории едва ли бы пришло кому-либо в голову сравнивать.

Таблица 1[1]).

	CO	N_2
Температура замерзания . . .	66 абс.	63 абс.
Температура кипения	83	78
Критическая температура . . .	122	127
Критическое давление	35	33
Критический объем	5,05	5,17
Растворимость в воде при 0° С.	3,5	2,4
Плотность при температуре кипения	0,793	0,796
Коэффициент трения при 0°С. .	$1{,}63.10^{-6}$	$1{,}66.10^{-6}$

Введение электронной теории в химию впервые позволило нам ставить вопрос: почему? До этого времени мы констатировали наличие различных качеств у тех или других элементов, теперь мы не только начинаем понимать, почему элементы имеют эти особенности, но и получаем возможность изменять эти качества, сообщая, например, кислороду качества углерода или азота. Это—громадная

[1]) «Journal of the Chemical Society (American)» J. Langmuir June 1919, vol. XCI, p. 904.

победа науки и прежде всего победа над «ползучим эмпиризмом», с которым так боролся Энгельс,—победа над тем «эмпиризмом», который останавливался в беспомощности перед целым лесом качественно различных химических элементов. Конечно, никто не станет выдавать эти первые шаги в совершенно новой области за «истины в конечной инстанции». Много десятилетий пройдет, пока мы изучим взаимодействия ядра и электронов, и никто из серьезных ученых никогда не будет говорить, что мы достигли предела. Как весь окружающий нас мир, так и атом или электрон «неисчерпаемы». Это хорошо знает материалист-диалектик. Но что мы сделали громадный шаг вперед в познании строения атома, в этом сомнений быть не может.

Подведем теперь итог. В нашем обзоре мы шли за Энгельсом, мы выбирали те области, которым уделял особенное внимание Энгельс в своей «Диалектике Природы», и к чему мы пришли? Мы были вынуждены говорить о наиболее насущных вопросах, а это лучше всего показывает, что вопреки мнению «властителя дум» многих мыслящих людей земного шара, известнейшего физика Альберта Эйнштейна, взгляды Энгельса не устарели!

Если мы оглянемся на ту борьбу, которая сейчас развертывается в области физики в связи с опытами Дейтон-Миллера, установившего движение всей системы млечного пути со скоростью 200 километров в секунду и наносящего удар теории Эйнштейна, и, с другой стороны, посмотрим на блестящую попытку Томсона, разрешающую основное противоречие в теории квант, то мы придем к выводу, что в ближайшем будущем физика должна будет пойти по тому пути, на который указал Энгельс,—по пути создания «механики эфира», в которую, по словам Энгельса, «разумеется, войдет и многое такое, что теперь, по необходимости включается в физику».

А теперь поставим еще раз вопрос: устарели взгляды Энгельса в области физики или нет?

Э. Бауэр.

Основные ошибки биологии.

Биология является той отраслью естествознания, которая ищет законы действительные для каждого животного существа и только для живого существа. В обширнейшем царстве живых существ эти общие законы находят свое осуществление самым различным образом. Как это происходит в специальных случаях и, вообще, происходит ли фактически, т.-е. оказываются ли годными общие законы, установленные биологией, в каждом отдельном случае,—это исследование относится к задачам физиологии. Эта граница не должна быть резкой, так как общие законы выводятся биологией также и из специальных случаев. Во всяком случае, мы можем определить физиологию, как науку, которая занимается явлениями, происходящими в живом существе, но не во всех живых существах. Патология, же соответственно этому является отраслью биологии, занимающейся такими закономерностями, которые происходят в живом существе при особых условиях, обозначаемых в нашем словоупотреблении «болезненными». Здесь также нет резкой границы, так как эти закономерности также следуют из общих законов живого существа, как и специальные законы физиологии для так называемых «нормальных» условий. Что касается до закономерностей, выявляющихся в этих особых условиях, то и они тоже могут приводить к установлению общих, действительных для каждого живого существа, законов биологии, как и законы, выведенные физиологией. Следовательно, граница между физиологией и патологией вовсе не принципиальна; она вытекает из практических потребностей. И та и другая являются специальными областями биологии и относятся к ней, как, например, механика деформирующихся тел или тео-

рия упругости к общей механике. Законы физиологии и патологии должны, следовательно, представлять собою специальные случаи общих законов биологии.

Из приведенного выше определения прежде всего следует, что только тогда биология будет действительно биологией, когда есть возможность устанавливать такие законы, которые действительны только для живого существа и для всех животных существ. А так как физиология и патология, по приведенному выше определению, являются применением этих общих законов для специальных случаев, то существование этих дисциплин также зависит от возможности нахождения таких общезначимых биологических законов. Если бы мы определили физиологию и патологию, независимо от биологии, просто как науки, которые ищут специальных законов у специальных живых существ, при специальных условиях, то тогда бы не было этой зависимости существования физиологии и патологии от общезначимых законов биологии. Ясно, конечно, что такие специальные законы могут быть установлены, и что их может быть найдено необозримое количество. Таким образом, были установлены, независимо от общих биологических законов, различнейшие специальные законы, — например: дыхания, кровообращения, пищеварения у человека,—в патологии и физиологии человека. Физиология и патология в настоящее время состоят фактически в собирании таких специальных закономерностей и фактов, которые не могут быть далее объяснены, так как научное объяснение именно в том и состоит, чтобы сводить единичные факты и специальные закономерности к общим законам и принципам. Законы же эти и принципы и были именно общими законами биологии. В настоящее время таких общих биологических законов, какие мы требовали бы для биологии, еще не существует. Наоборот, спор идет даже о принципиальной возможности нахождения таких законов.

Дело обстоит, следовательно, так: если мы будем утверждать, что знание большого количества единичных фактов и специальных закономерностей еще не составляет естествознания, что необходимо еще объяснение этих единичных фактов, т.-е. сведение их к общим законам, равно как и раскрытие новых фактов на основании этих законов, то из сказанного сле-

дует, что биология со своими отраслями, физиологией и патологией, еще не представляют собой научного естествознания. Наши определения, следовательно, относятся не к фактически существующему содержанию этой науки, а к тому содержанию, к которому мы должны стремиться.

Что же касается до того, что биология и ее отрасли не являются научным естествознанием в полном смысле этого слова, то мы не можем просто пройти мимо этого факта. Факт этот признается более или менее всеми биологами, и для объяснения этого приводятся различные основания. Рассмотрим несколько ближе эти основания.

Первым основанием является, как уже было упомянуто выше, то, что существуют разные мнения по вопросу о принципиальной возможности таких общих биологических законов. Этот спор ведется в биологии под названием «механизма» или «витализма». Механисты утверждают, что живые существа представляют усложненные машины, которые в принципе не отличаются от неживых механизмов. Законы физики и химии имеют такую же значимость и для живых систем, как и для неживых. Принципиальной отличительной черты между живыми и неживыми системами быть не может. Против этого виталисты утверждают, что принципиальное различие между живыми и неживыми системами существует. Функции живых существ, а, следовательно, и явления, происходящие в живых системах, нельзя свести без остатка к физико-химическим законам неживой природы. Надо допустить в живом существе что-то «сверхмеханическое», «витальное», что недоступно для физико-химического исследования и, вообще, принципиально не может быть исследовано.

Посмотрим, к каким выводам приводят эти воззрения в связи с нашим определением биологии. Воззрение механистов, что живое существо не отличается в принципе от неживого механизма, с точки зрения нашего определения равно утверждению, что биология, как отдельная отрасль естествознания, невозможна. Если бы это было верно, то это значило бы, что нельзя устанавливать законов, действительных для всякого живого существа и только для него, так как эти законы утверждали бы принципиальное и общее различие между неживой

машиной и живым существом. Биология была бы поэтому только прикладной физикой и химией, в научном же отношении она не могла бы внести ничего нового, так как она находила бы только подтверждение общих законов физики и химии в различных специальных случаях и при специальных условиях. Другими словами, всякий биологический закон, по мнению механистов, может представлять только специальный случай уже известного, общего, физического или химического принципа; к открытию же новых законов биология вести не может. Отношение биологии к физике было бы таким, каким является, по нашему определению, отношение физиологии и патологии к биологии, т.-е., повторяя приведенный выше пример, было бы таким, как отношение теории упругости к общей механике. Из биологии поэтому не могла бы возникнуть новая ветвь физики с собственными принципами, как, например, теория теплоты или электродинамика в противоположность механике. Для этого было бы необходимо, чтобы в живом существе были открыты принципиально новые основные законы или явления и общие условия их возникновения; возможность же эта как-раз и не допускается механистами.

Если бы биологические исследования все-таки привели к таким принципиально новым законам, то, с точки зрения механистов, законы эти, безусловно, должны были бы быть приложимы также и к неживым системам, так как иначе было бы возможно на основании этих законов принципиальное разделение между живыми и неживыми системами. То же самое относится и, наоборот, к постоянно открываемым новым законам в области физики и химии они должны быть приложены также и к живому существу.

С этим совершенно нельзя согласиться, так как из того, что законы физики и химии сохраняют полную значимость и для живого существа, еще не следует, что не могут существовать и другие законы, которые значимы только для живого существа, хотя бы по той простой причине, что в живом существе имеются такие особые условия, которых нет в неживых системах, а законы эти значимы только при этих особых условиях, т.-е. они содержат указания, относящиеся только к этим условиям. Это заключение механистов, следовательно, явно ошибочно.

Приведем пример: законы механики, конечно, имеют значение также и для паровой машины, и, несмотря на это, именно паровая машина послужила поводом для установления всеобщего принципиально нового закона, второго закона теории теплоты. Закон этот совершенно неприменим к чисто механическим системам, из которых выводятся законы механики, потому что в этих системах нет превращения теплоты в работу. В свою очередь законы механики и теории теплоты имеют значение и для явлений, имеющих место в растворе, сквозь который пущен электрический ток, и все-таки эти явления дали повод для установления новых, также имеющих всеобщее значение, законов, основных законов электрохимии. Законы эти не применимы, конечно, ни к паровой машине, ни к чисто механической системе, потому что в последних не действует электрический ток и т. д. В маятнике, в паровой машине и, к примеру, в аккумуляторе имеются совершенно различные условия, которые и привели к установлению принципиально различных общих законов, а вследствие этих разных условий устанавливается также и принципиальное различие между паровой машиной и аккумулятором. В первой теплота превращается в механическую работу, в последнем—химическая энергия превращается в электрическую, а это и является принципиальным различием. Если такие принципиальные различия имеются уже в неживых системах, и различия эти приводят к установлению принципиально новых законов, то почему в живом существе тоже не может существовать особых условий, могущих привести к установлению новых законов, на основании которых можно было бы различать живые системы от неживых, как различают паровую машину от аккумулятора? Физические законы, конечно, сохраняют свою значимость и для живых существ, но у последних имеются, кроме того, свои особые, специфические условия.

Таким образом, заключение механистов, что в живом существе не может быть установлено принципиально новых законов, на основании которых можно было бы различать живые системы от неживых, потому что законы физики и химии имеют значимость и для живых существ,—такое заключение ошибочно. Всевозможные указания на значимость законов неживых систем для живого существа не являются доказательством принципи-

ального тождества обеих систем. Заключение об их тождестве явно ошибочно. Если принять просто, как принцип, что между живыми и неживыми системами не может быть принципиального различия, то это будет положением, взятым a priori, из которого не могут быть выведены явления, происходящие в живых существах, и которое принадлежит к области так называемой «философии природы» в дурном смысле этого слова. Оно будет служить только препятствием для чисто научного познания закономерностей живых существ. Такое взятое a priori положение, установленное как общий постулат, могло бы иметь естественно-научную ценность только в том случае, если из него можно было бы выводить заключения, доступные для проверки опытом. Положение же механистов, что между живыми и неживыми системами нет принципиального различия, не обладает таким достоинством. Это положение, с точки зрения естествознания, совершенно не имеет никакого значения; оно служит только помехой для познания закономерностей в живых существах, потому что оно ведет к тому, чтобы в различнейших жизненных явлениях отыскивать уже известные физические и химические законы, вместо того, чтобы вести к установлению новых, специально биологических законов [1]).

Утверждение виталистов, что между живыми и неживыми системами существует принципиальное различие, при чем в живых существах допускается нечто «сверхмеханическое», недоступное физическому и химическому исследованию,—это утверждение также имеет характер взятого a priori положения, лишенного естественно-научной ценности. Оно состоит из двух частей: одна, положительная, говорит, что в живых существах имеется нечто особенное, специфическое, другая, отрицательная,—что это «нечто» не может быть познано средствами естествознания. Ясно, что эти положения, как и положения механистов, не могут быть никоим образом применены для научного об'яснения жизненных явлений. Они не заключают в себе

---

[1]) С этой точки зрения и можно сказать, что механизм, в его ортодоксальной биологической форме, отрицает качественные скачки. В явлениях жизни он видит только несколько более усложненную физику и химию, не обладающую никакими специфическими законами, отличающими ее от физики и химии неорганической природы.

никакого общего закона, к которому могли бы быть сведены единичные жизненные явления, как специальные случаи, и который дал бы возможность ожидать или предсказать какое-либо явление на основании имеющихся условий. Витализм, следовательно, как и механизм, утверждает только то, что вообще не имеет никакого естественно-научного содержания.

Единственное положительное утверждение, которое выставляют виталисты, заключается в том, что живые существа принципиально различаются от неживых систем. Но в чем? Об этом витализм ничего не говорит, кроме пустых слов, как, например: «жизненная сила», «своеобразие», «целеустремленность», «целесообразность» и т. д. Что мы должны понимать под словами «жизненная сила»? Каковы ее отличительные признаки? Какова ее мера? Об этом ничего не говорится. Следовательно, это слова без содержания. Что такое «своеобразие»? Очевидно, не что иное, как другое слово для утверждения факта, что в живых существах господствуют собственные законы. Но какие это законы? Об этом опять-таки ничего ясного не говорится. «Целеустремленность» должна показывать, что жизненные процессы отличаются от процессов в неживой природе тем, что последние заранее определены своими причинами, вернее—условиями, а первые—конечной стадией, следовательно, достигаемой целью. Но это различие мнимое. Оно будет существовать только до тех пор, пока «цель», конечная стадия, к которой стремится процесс, не будет известна. В тот момент, когда закономерность в явлении опознана, ее можно формулировать обоими способами [1]). Так, например, при знании принципа сохранения энергии можно сказать: всякий процесс в изолированной системе проходит так, что общее количество энергии в каждый момент остается неизменным; но это же можно сказать и так: всякий процесс в изолированной системе проходит так, что в конце концов общее количество энергии остается таким же, как в начале. Можно, например, выразить общий принцип ди-

[1]) Мы совершенно не касаемся здесь той идеалистической философской подоплеки, которая лежит в основе утверждений виталистов. Критика виталистической телеологии с этой стороны уже многократно давалась. Мы хотим здесь показать только то, что телеология витализма основана на недоразумении.

намики так: потерянные компоненты сил должны по условиям системы в каждое мгновение находиться в равновесии (принцип д'Аламбера), или: между всеми мыслимыми движениями в действительности наступит то, для которого средняя кинетического потенциала является минимумом (Гамильтоновский принцип) и т. д. Дело обстоит так: если мы знаем в каждое мгновение законы протекания какого-нибудь процесса, т.-е., выражаясь математически, мы установили дифференциальное уравнение, то мы можем описать закон, управляющий процессом, не пользуясь его конечной стадией; точно так же, если мы знаем решение дифференциального уравнения, т.-е. интеграл, то мы можем выразить закон с помощью конечной стадии, как определяющего момента [1]). В физике есть процессы, где мы не можем каждое мгновение знать законы протекания процесса, зато можем вперед сказать общие результаты процесса, и тогда законы эти могут быть выражены с помощью конечной стадии. Это бывает во всех процессах, с которыми обращаются при помощи методов статистического и теории вероятностей, где, следовательно, не знают законов изменений в каждое мгновение, т.-е. дифференциальных уравнений. Так, мы можем вперед сказать, что если мы бросим в жидкость немного краски и оставим жидкость в покое, то краска распределится по ней равномерно. Здесь известна только «цель», конечная стадия, поэтому закон здесь может быть выражен так: частицы краски стремятся к состоянию равномерного распределения. Таким образом, второй закон теории теплоты, господствующий во всех термических процессах, может быть выражен так, что каждая изолированная система стремится к наиболее вероятному состоянию, т.-е. что процесс определен конечным состоянием. Несмотря на эту внешнюю телеологичность, в физике так же мало следует говорить о «целеустремленности», как и в биологии. В таких случаях надо всегда помнить, что здесь дело идет только о математическом выражении процессов с помощью конечной стадии, а не о реальной зависимости от этой конечной стадии.

---

[1]) Но, разумеется, такое математическое выражение закона не будет говорить о том, что и реальная зависимость определяется конечным состоянием.

«Целеустремленность» не может быть, следовательно, характерным признаком жизненных явлений. Но не случайно то, что это приводится, как их характерная черта. Это происходит от того, что если рассматривать всю сложность и запутанность протекания отдельного жизненнаго процесса в его единичности, то невольно бросится в глаза «целесообразность» конечного результата этого процесса. В конечном результате жизненного процесса хотят видеть характерный отличительный признак его от мертвых систем. Закономерность, с которой совершаются отдельные процессы в живом существе, не так нам доступна, благодаря сложным условиям, но мы не можем все же открыть никакого противоречия с физическими и химическими законами. Мы допускаем, следовательно, что дифференциальные уравнения физики имеют полную значимость также и для живого существа, так как у нас нет никаких оснований для допущения противного. Видимые же результаты, интегральные отношения, нас поражают своей целесообразностью. Эта «целесообразность», т.-е. наличность всех тех условий в системе, которые нужны для выявления действий, кажется нам «целью» системы; однако, такая «целесообразность» существует также и в неживых системах, например, все части паровой машины целесообразны и служат цели, которую мы желаем достичь, т.-е. определенной работе. Понятие целесообразности, следовательно, не может служить отличительным признаком между живыми и неживыми системами. Когда мы захотим говорить о целесообразности в живом существе, то мы сможем это сделать с правом только в том случае, если здесь мы покажем его цель. Ясно, что не имеет никакого смысла говорить о целесообразности какого-либо строения, когда мы не можем определить цель, для которой это строение целесообразно. Но в тот момент, когда мы фактически можем показать эту цель и найти, что строение живых существ действительно отвечает этой цели, потому что мы видим, что эта цель всегда достигается с помощью этого строения, т.-е. что в жизненном процессе всегда имеется та конечная стадия, которую мы называем «целью», в тот момент мы в состоянии установить общие принципы для живого существа, пользуясь этой конечной стадией, т.-е. интегральным отношением. В случае, когда мы, таким образом, эту конечную

стадию, «цель», покажем и с ее помощью сможем правильно описать закономерность жизненного процесса, то полученные нами законы по своей форме и существу ничем не будут отличаться от законов физики. Отличие их будет заключаться лишь в их специальном содержании.

Если возможно установить такие законы, которые значимы только для живых существ, и тем самым показать характерное различие между живыми и неживыми системами, то это будет свидетельствовать как-раз о противоположном тому, что думают виталисты, т.-е. это будет служить доказательством, что живые существа доступны естественно-научному исследованию. Утверждение виталистов, что между живыми и неживыми системами существует принципиальное различие, и что живые существа недоступны естественно-научному исследованию,—это утверждение представляет, как мы уже отметили, голословное мнение, лишенное всякого естественно-научного содержания. Виталисты не показывают того принципиального различия, о котором они говорят. Если же это различие будет действительно показано, то вторая часть утверждения отпадет, так как жизненные явления сделаются доступными естественно-научному исследованию. Таким образом, витализм, утверждая недоступность жизненных явлений для естественно-научного исследования, отрицает и возможность указать постулированное им, принципиальное различие (в форме закономерности, значимой только для живых существ).

Итак, мы видим, что как механизм, так и витализм являются только помехой для построения биологии, как естественной науки, в форме, определенной вначале. Оба направления отрицают возможность установления общих, значимых только для живых существ, законов, т.-е. отрицают основное условие естественно-научной дисциплины.

Второй причиной, которую обычно приводят для объяснения того, что биология не представляет еще естественной науки в полном смысле этого слова (как, например, физика), является чрезвычайная сложность жизненных явлений. Эта сложность,—говорят биологи,—затрудняет выявление существенных, общих закономерностей. В физике процессы просты, условия наглядны и легко доступны для исследования, так что законы проявля-

ются ясно; в биологии же совсем не то. Здесь условия не так легко учесть, они сложнейшим образом переплетаются друг с другом и не поддаются еще исследованию. Мы, следовательно, еще не можем установить в биологии общих законов и должны еще анализировать явления и, прежде всего, собирать наблюдения и фактический материал, чтобы, базируясь на нем, иметь возможность отыскать общие биологические законы. Период установления законов и теории еще, будто бы, не пришел для биологии; законы и теории будут только отводить от верной дороги «точного», не «предвзятого» исследования фактов. Надо не «теоретизировать», «конструировать» и философствовать, а сначала непредубежденно констатировать сложные факты и уточнять их экспериментально. Таковы основания, которые приводят обычно для объяснения, почему биология до сих пор не работает над формулировкой общих законов.

В то время, как механизм и витализм утверждают в конце концов, что нельзя установить общих биологических законов, последнее мнение ведет к тому, что таких законов устанавливать не нужно. Но так как задача всякой отрасли естествознания, следовательно, и биологии, состоит не в том, чтобы нагромождать факты, а в том, чтобы отыскивать общие законы, то именно это последнее мнение и сбивает с пути правильного научного исследования биологических фактов. Основания, приводимые в защиту этого мнения, в корне ошибочны. Чтобы в этом убедиться, нужно только приглядеться к значению теории, законов, экспериментов и фактов в естествознании. Тогда мы увидим, что теории и законы на то и существуют, чтобы вносить связи и систему в массу сложных фактов и в материалы непосредственных наблюдений и с помощью этих связей по возможности просто объяснить этот материал и приводить его в такой порядок, чтобы в сложных единичных явлениях можно было видеть только специальные случаи общих законов, к которым можно сводить эти случаи и тем их объяснять, и, наконец, чтобы, исходя из этих теорий и законов, мы могли бы предвидеть явления [1]). Неверно, что в биологии

[1]) Именно с этой точки зрения критиковал Энгельс индуктивизм естествоиспытателей и сердито называл многих неумеренных поклонников индукции «индуктивными ослами» (см. «Архив Маркса и Энгельса», кн. II, стр. 7).

нельзя или не нужно устанавливать теорий и общих законов, потому что жизненные явления слишком сложны и непостижимы; мы должны сказать, что жизненные явления еще более непостижимы для нас именно потому, что в биологии нет теорий и общих законов. При этом, конечно, надо заметить, что «толкования» жизненных процессов еще не являются теорией.

Теория, так же, как и законы, констатирует причинную связь между явлениями природы. Разница между теорией и законом состоит только в том, что закон показывает связь между непосредственно наблюдаемыми явлениями, а теория устанавливает эту связь между явлениями, допущенными отчасти гипотетически. Такое установление связи между гипотетически допущенными явлениями, иначе говоря, теория, имеет право на существование и смысл только в том случае, если из нее, как прямое и логическое следствие, могут быть выводимы и объясняемы непосредственно наблюдаемые явления, и если она вообще допускает возможность делать, из непосредственно наблюдаемых явлений, заключения, которые можно проверить опытом. Теория должна давать по крайней мере столько же, сколько и закон, но по возможности она должна давать больше, так как она должна вести к открытию новых законов. Теория и закон являются, следовательно, естественно-научными средствами, которые служат для проникновения в сложность явлений и непроницаемость условий. Она является *единственным* средством для этого. Явления неживой природы казались ранее столь же непроницаемыми и запутанными, как и явления жизни; теперь

Приведем здесь одно место из Энгельса, где он особенно ярко подчеркнул взаимосвязанность индукции и дедукции. «Индукция и дедукция связаны между собою столь же необходимым образом, как синтез и анализ. Вместо того, чтобы превозносить одну из них до небес за счет другой, лучше стараться применять каждую на своем месте, а этого можно добиться лишь в том случае, если иметь в виду их связь между собою, их взаимное дополнение друг другом» (там же, стр. 59). И далее Энгельс приводит целый ряд примеров, как индуктивные результаты должны были перестраиваться под влиянием эволюционной теории, давшей возможность для дедуктивных умозаключений в биологии. Аналогичную мысль можно найти и на стр. 185 и в целом ряде других заметок. Целая статья— «Естествознание в мире духов»—стремиться доказать, что абсолютный индуктивизм может привести к... спиритизму и мистике».

же они, в сравнении с жизненными явлениями, уже разобраны, потому что физика и химия работают, пользуясь теориями и законами. Только теории показывают, какие условия опытов могут быть упрощены, так как эти опыты должны будут быть представлены на суд теории и законов; только пользуясь теорией, можно, следовательно, определить, на какие факторы надо обратить существенное внимание, и какие можно исключить.

Опыт может быть произведен соответственно этому. Такой способ в биологии называется в данное время «предвзятым» и «неточным». Но единственно точный, даже единственно возможный способ экспериментирования в естествознании—это именно способ абстракции. Это и есть тот способ, который применяет точное естествознание—физика и химия, сделавшиеся точными именно благодаря своим общим законам и теориям, представляющим собою дерзновеннейшие «конструкции» и далеко идущие абстракции. Без этих абстракций и конструкций, основываясь только на действительно наблюдаемых фактах, многие простейшие явления, как, например, движение планет, остались бы неразрешенной загадкой. Эллиптического пути планет не существует, это только абстракция, которая нужна, потому что действительные условия настолько сложны, что сначала они кажутся непроницаемыми (исчисление пертурбаций, проблема трех тел). Если бы оставались на точке зрения биолога, то Кеплеровские законы и до сих пор не были бы открыты, или же после тщательной проверки были бы отклонены, как не точная, не соответствующая фактам, предвзятая конструкция. То же самое было бы и с законом тяготения, принципом инерции и т. д.[1]).

---

[1]) Здесь полезно будет напомнить, что говорил Энгельс относительно анализа и индукции: «Замечательный пример того,—говорит он,—насколько основательны претензии индукции—быть единственной или хотя бы основной формой научных открытий, дает термодинамика. Паровая машина является поразительнейшим доказательством того, что можно из теплоты получить механическое движение. 100.000 паровых машин доказывали это не более убедительно, чем одна машина, но они все более и более заставляли физиков заняться объяснением этого. Сади Карно первый серьезно взялся за это, но не путем индукции. Он изучил паровую машину, анализировал ее, нашел, что в ней основной процесс не вы-

Следовательно, когда в биологии требуют, чтобы опыты ставились «не предвзято», т.-е. без всякой теории и без отношения к какому бы то ни было общему закону, то это будет, во-первых, ошибочно, во-вторых, не точно, а, в-третьих, невозможно. Измерения, собирание фактов и проведение желаемого опыта должны, конечно, совершаться непредвзято и точно. Но точное проведение всего опыта без известной степени абстракции является невозможным. Ведь от экспериментатора зависит, какие условия опыта он считает постоянными, а от каких факторов он абстрагируется. И этот отбор он должен делать на основании какого-либо допущения.

Если он этого не делает, а будет считать известные условия постоянными, без какого-либо особого предположения и не проверяя правильности какой-либо теории или какого-либо общего предполагаемого закона, то, как ни точно будет обставлен его опыт, он никогда не сможет привести к подтверждению теории или открытию общего закона, который был бы способен объяснить данный фактический материал.

Он только увеличит еще одним фактом груду необъясненного сложного фактического материала. Если же опыт должен привести к большим результатам, то должно быть заранее допущено, что всеобщее значение будут иметь именно те условия, на которые в опыте обращено внимание. Допущение же это, чтобы иметь научную ценность и не быть только добавочным толкованием, должно быть сделано на основании теории в определенном выше смысле. Оно должно быть, следовательно, экспериментально проверено в своих дальнейших следствиях, и эти дальнейшие опыты будут обладать уже существенно боль-

---

ступает в чистом виде, а заслонен всякого рода побочными процессами, устранил эти ненужные для главного процесса побочные обстоятельства и создал идеальную паровую машину, которую также нельзя построить практически, как нельзя, например, провести практически геометрическую линию или поверхность, но которая оказывает по-своему такие же услуги, как эти математические абстракции: она представляет рассматриваемый процесс в чистом, независимом, неприкрытом виде. И он носом наткнулся на механический эквивалент теплоты (см. значение его функции *c*), которого он не мог открыть и увидеть лишь потому, что верил в теплород» («Архив», кн. II, стр. 69).

шею научною ценностью, потому что они будут решать вопрос о верности или неверности известной теории или общего закона.

Установление фактов и дополнительное их толкование не точно и не научно, так как эти толкования возможно делать различным образом, а не однозначно и необходимо. Если же толкование принимает форму теории, в определенном выше смысле, и допускает заключения из наблюдаемых фактов, и если эти заключения подтверждаются опытом, тогда толкование это имеет единый смысл, оно научно и точно. В биологии же, большею частью sub titulo точность, требуют первого пути и при этом забывают, что точные науки, т.-е. физика и химия, поступают как-раз обратно.

Таким образом, второй аргумент, который приводится для оправдания того, что биология не представляет собою еще естествознания в полном смысле этого слова, базируется так же, как и механистические и виталистические представления, на ошибочных предпосылках. Построение биологии, как самостоятельной отрасли естествознания, согласно определению, сделанному нами вначале, вполне возможно, и только тогда биология будет действительно научной биологией. В последующих статьях я постараюсь осуществить такое построение биологии.

Правильны ли установленные мною общие законы, или нет, есть ли лучшие,—это другой вопрос; во всяком случае, как мне кажется, они удовлетворяют тому требованию, которое гласит, что они должны быть проверяемы, как на уже имеющихся фактах, так и на тех фактах, которые ими предсказываются.

Б. Козо-Полянский.

К выяснению некоторых наших позиций в дарвинизме.

(По поводу рецензий на «Дарвинизм», изд., «Северного Печатника»).

В октябре 1925 г., в серии «Для учителя и самообразования», издаваемой «Северным Печатником» под титулом Гос. Тимирязевского Научно-Исследоват. Института, вышла в свет моя книжка «Дарвинизм, схема» (133 стр. в 16 долю листа). На нее появились рецензии в «Правде» (19. XII. 1925) т. Слепкова. в «Известиях ВЦИК» (5. I. 1925) т. Матвея Старк и в «Под знаменем марксизма» (1925, № 12, стр. 199—202) т. Дучинского [1]).

Мне кажется необходимым ответить на эти выступления. Это не потому, что ущемлено авторское самолюбие. Напротив, т. т. Слепков и Старк отнеслись к моему маленькому сочиненьицу, в общем, положительно и наградили его, после легких щипков, лестными эпитетами и прогнозами.—Но вопросы, задетые моими критиками, не лишены, отчасти, и принципиального значения. Это во-первых. А во-вторых, по моему мнению, критики не слишком много способствовали освещению этих вопросов... Во всяком случае, я наблюдал на многих из своих читателей (из числа студентов Ворон. Унив., напр.), что рецензии т. т. Старка (в особенности) и Дучинского поставили их втупик и лишили даже той элементарной ориентировки в эволюционной теории, которую они получили было с помощью моей книжки.

---

[1]) Настоящая статья была набрана, когда появились еще две (положительные) рецензии в «Указат. литературы по биологии». 2-е изд., 1926, и в «Листках БЮН», 1926.

«Единственным туманным пятном» моей работы, в общем написанной «четко и объективно», т. Слепков считает пункт об изменчивости. Мне ставится на вид: 1) что, по-моему, «выяснение причин изменчивости не входит в задачу дарвинизма»; это не так, говорит т. Слепков, «ибо дарвинизм—цельная эволюционная теория и, как таковая, не может не интересоваться причинами основного фактора эволюции»; 2) что я называю мутационную изменчивость «загадкою» в отношении причинности и утверждаю, что о причинах ее «положительно ничего не известно» (зачем т. Слепков искажает мои слова, да еще приводя их в кавычках? У меня написано: «ничего положительного не известно», т.-е. совсем другое), и «не решаюсь прямо признать внешнюю среду, как причину мутационной изменчивости»; 3) что комбинационную теорию Лотси,—по Слепкову, «эту теорию без изменчивости (разбивка оригинала), без развития, без эволюции»,—я считаю просто разновидностью дарвинизма.

Отвечу по порядку.

1. Теория естественного отбора ставит себе задачей объяснить органический прогресс, при наличии данных, несомненных свойств организмов и среды. Сущностью этих свойств, конечно, она не может не интересоваться, но заинтересованность и обязанность—не одно и то же. Мой взгляд на дело вполне соглашается со взглядом вождя современного дарвинизма—проф. Л. Плате[1]). «Как всякая теория,—говорит он,—дарвинизм исходит из определенных предпосылок, которые он сам, на основании эмпирии, принимает как очевидные факты. Эти предпосылки у Дарвина,—изменчивость, борьба за существование», и пр. «Хотя Дарвин,—продолжает Плате,—вплотную занимался происхождением изменений и даже, может быть, больше, чем кто-нибудь до него или после него, однако из всех его сочинений явствует, что эту задачу он считал не решенной». Начиная с известного места в «Origin of species»:

«Several writers have misaprehended... the term natural selection. Some have even imagined that natural selection induces variability, whereas it implies only the preservation of

[1]) См. Plate, Selektionsprinzip. 4 A. 1913 S. 41 f.; idem, Abstammungslehre. 2 A. 1925, S. 117.

such variations as arise and are beneficial to the being under its conditions of life» [1]).

У Дарвина можно найти не мало повторных указаний на то, что своим принципом отбора, своим «дарвинизмом», он вовсе не берется объяснять самой изменчивости.

Правда, неодарвинисты, начиная с Вейсмана с его «внутренним» отбором и кончая, между прочим, и мною [2]), пытаются,—как говорю я на стр. 92,—«подойти вплотную к разрешению загадки изменчивости с тем же принципом благотворного значения борьбы» и отбора, но это – уже не по обязанности, а в виду некоторых, открывающихся в этом направлении перспектив. Но дело это еще весьма спорное.

Вообще же, тот, кто требует от дарвинизма объяснения изменчивости, последовательности ради, должен требовать его и по отношению к ограниченности пространства, к непроницаемости, к наследственности, к потребности организмов в веществе и энергии, к антагонизму физических и химических свойств живой и мертвой природы, и т. д., и т. д.,—словом, объяснения чуть ли не всего на свете. Я, напр., иллюстрирую «неравномерность распределения средств к жизни» на солнце и растениях («растение тянется к солнцу, а этого, явно, бы не было, если бы распределение средств к существованию (источник силы, в данном случае) было бы равномерным повсюду». стр. 40 моей книжки). По Слепкову выходит, что дарвинизм, пожалуй, «обязан» ответить и на вопрос: а почему растение тянется к солнцу? Почему солнечная энергия не проистекает отовсюду, не достается растению со всех сторон? Почему источником энергии является солнце?—Хорошо бы на все на это ответить, но—«самая лучшая красавица Испании не в состоянии дать больше того, что она имеет».

2. Известный генетик проф. Гольдшмидт, в своей речи о мутационной изменчивости, на 2-м Конгрессе немецких

---

[1]) Darwin, Origin of species, 6 ed. (39 thousand), p. 63. См. также в «Domest. animals and cultiv. plants», главу 23-ю. Отмечу, кстати, что относящееся к вопросу место, в изд. Лепковского, VIII, стр. 501 (внизу), переведено с искажением смысла; более правильно см. в изд. Поповой, III, стр. 467.

[2]) Новый принцип биологии. 1924.

генетиков (в сентябре 1922 г.), вынужден был признать, что «о причинах мутаций мы ничего не знаем» [1]). Знаменитый Баур [2]) определяет мутацию как наследственные изменения, зависящие не от расщепления, а от «других причин»,—т.-е. мы знаем более или менее ясно, от каких причин «настоящие» мутации не возникают, и только. Правда, опыты Фишера с Arctia, Тоуэра,—с Leptinotarsa, и другие, показали, что мутации могут возникать, если воздействовать на родительские особи, «в течение некоторого периода восприимчивости», резкою крайностью жизненных условий (температура, влажность, яды и пр). Но, во-первых, относительно некоторых категорий мутирования, в том числе относительно огромно распространенной второй категории Баура (см.), ничего точного не известно. Во-вторых, и в случаях опытно установленного влияния среды на мутирование, непосредственную связь между свойствами первой и произошедшими изменениями организмов установить не удается, так как в причинно-следственной цепи, повидимому, целый ряд каких-то «внутренних» (конечно, не мистических, а «протяженных») звеньев остается совершенно невыясненным. В этом последнем случае нельзя лучше обозначить состояние наших представлений, чем старыми словами Дарвина в «Domest. animals and cultiv. plants», приведенными у меня на стр. 44 (природа внешних условий—при возникновении мутаций имеет не больше значения, чем природа искры, вызывающей пламя и т. д.).

Несколько лучше дело обстоит, мне кажется, в таких случаях мутаций, как пестролистности. Подходя к ним с точки зрения симбиогенеза, мы получаем возможность, если не проследить, то, по крайней мере, мысленно представить себе ту связь между «природой искры» и «природой происходящих изменений», которая даже мысленно не представима в других случаях (см. стр. 48—49).

«If, as I must think, external conditions produce little direct effect, what the devil determines each particular variation?!» [3]).

---

[1]) См. отчет в «Тр. Бюро Прикл. Бот.», XIII, № 4, стр. 39.

[2]) Baur, Einf. in experim. Vererbungslehre. 5—6 A. 1922, s. 339. (В моей брошюре эта книга цитируется несколько раз под датой 1923 г., фактически она вышла в конце 1922 г.).

[3]) Darwin's Life and letters, II, p. 233.

В недавно вышедшей статье проф. Благовещенского [1]) делается попытка определить ближайшим образом внутренние причины наследственной изменчивости, не прибегая, — как это обычно при «подходе» изнутри делается, — к пресловутой «целевой тяге». Особенности организации зависят от химической природы организмов. Химические изменения идут об руку с морфологическими (это довольно отчетливо видно из работ школы Меца). «Jeder Wechsel in der biologischen Gestaltung ist nur der Ausdruck für physikalische und chemische Verschiedenheit der lebendigen Substanz» [2]). «Знание причин и направления отдельных процессов, протекающих между... веществами (в организме. К.-П.), может путем интегрированья дать знание всего процесса эволюции» (Благовещенский). По нашему мнению, было бы правильнее сказать: не всего процесса эволюции, а его предпосылки—изменчивости. Что касается до превращения веществ, то «в растительном мире (о котором и говорит пр. Благовещенский) заметна тенденция к увеличению, по мере филогенического развития, образующихся в обмене веществ стойких циклических соединений». Это «неминуемо должно сопровождаться падением запасов свободной энергии... Пути этого процесса могут быть различны... но направление эволюции, конечный пункт ее—один и тот же: достижение максимума устойчивости, максимум вероятности, максимум энтропии...».

Таким образом, имеются биохимические перспективы найти «внутренние» причины изменчивости,—этой загадочной «тенденции» (как выражался Дарвин), — в естественных процессах. И термину «внутренний» пора уже утратить свой мистический привкус [3]).

К сожалению, однако, все это лишь гипотезы. «Причины процесса (мутационной) изменчивости, по прежнему, совершенно

[1]) К вопросу о направленности эволюции (Бюлл. 1 САГУ. № 10. 1925).

[2]) Mez, Drei Vorträge ueber die Stammesgesch. d. Pflanzenw. 1925, s. 25. (Хотелось бы увидеть эти лекции в русском переводе).

[3]) Соображения Благовещенского уже используются Бергом («Тр. Бюро Прикл. Бот.», XIV, 5, 1925) для его натурфилософии, но Благовещенский на первой же странице своей статьи отмежевывается от «конечных причин» и отнюдь не утверждает, чтобы изменчивость вела непременно к повышению организации.

неизвестны».—«We are profoundly ignorant of the cause of each slight variation or individual difference» (Darwin).

Итак, «туманное пятно» в моей брошюре вряд ли есть плод личного привнесения, а не отражение «туманного пятна» в состоянии знаний. И путь, указываемый мне критиком, может быть, является не единственно обязательным или возможным.

3. Теория Лотси не только признает, но, как известно, даже гиперболизирует значение одного из видов изменчивости,— изменчивости в результате скрещивания. Значение этого процесса, как поставщика материала для отбора, признавалось и классическим дарвинизмом и не может быть, вообще, отрицаемо. Эволюция же, по Лотси, осуществляется на основе естественного отбора, т.-е. им усвоен основной, самый характерный принцип дарвинизма. Наконец, главная книга Лотси так и называется: «Эволюция путем гибридизации» («Evolution by means of Hybridisation». 1916).

Понятно, что я был прав, считая ученье Лотси разновидностью дарвинизма, а т. Слепков дал этому ученью неверное определение. Есть в ней *и* изменчивость, *и* эволюция, *и* дарвинизм.

✓ Тов. Слепкова, вероятно, вовлекло в недоразумение заглавие статьи Лотси: «О возможности эволюции при постоянстве видов». Однако, это — обычная для Лотси «хлесткость» выражений. Он, фактически, признает, как известно, неизменяемость наследственных зачатков, сочетания которых обусловливают видовые различия, а не самих видов. Путем скрещиванья постоянно возникают новые виды, и в результате борьбы за существование и отбора исчезают прежние. Участие же отбора ведет, конечно, к «развитию», к «эволюции», — к «прогрессу» их.

Тов. Старк прежде всего недоумевает, что такое значит заголовок «схема», и зачем мне понадобилась схематизация?

Обычная популяризация, в интересах простоты изложения, жертвует или глубиной, или краткостью, или—тем и другим сразу, что не ведет к добру. Изложить предмет просто, но в то же время и полно, и кратко, можно, по моему мнению, путем схематизированного изложения; несовершенную

попытку в этом направлении я и даю. Выделить из предмета всё существенное; отчетливо представить, из каких частей оно слагается; ясно выявить связи и последовательности частей, с точки зрения диалектики предмета; оттенить соподчинение этих частей, в смысле их относительной важности для дела; наконец, изложить возможно кратко и ясно,—вот задача, которую я себе поставил, ибо ее подсказала сама жизнь.

Далее, т. Старк протестует против лаконичности заголовка «Объяснение (легенда) к схеме» (приложенной в виде чертежа рядом), против слова «легенда» (т. Старк почему-то пишет «легенды», чего у меня, конечно, нет), не зная, очевидно, что оно значит. Если бы эти замечания были помещены не в «Ц. И.», я счел бы их за шутку. Неужели заглавия должны быть конспектами, неужели всем понятное заглавие: «Объяснение к схеме» нужно и можно заменять какими-нибудь трехэтажными «вавилонами»?

К чему это?

Слово «легенда» происходит от латинского глагола legere — читать и значит: «то, что надо прочитать»,—надо прочитать, напр., для того, чтобы понять содержание карты, плана, чертежа, наброска и пр. Легенда, в виде самого краткого словесного пояснения к графическому изображению того или иного объекта, помещается обычно тут же, на полях плана, карты и т. п. В этом смысле термин «легенда» давным давно пользуется широким правом гражданства.

Краткость § 2-го главы 3-й, возмущающая т. Старка, и объясняется тем, что это «легенда к схеме» (к таблице). Если бы я ее развил, то это уже не была бы легенда, она уже не могла бы сыграть роли как бы подписи под чертежом. Да в этом развитии («оно было бы полезно», по Старку) и нет надобности, так как все дальнейшие главки, под общим заглавием «Уточнение схемы» и пр., и представляют собою более подробное изложение того, что суммировано в «легенде».

Главные мои «ошибки» т. Старк формулирует в след. трех абзацах, которые я не могу не привести буквально, в виду их характерности.

«Диалектика иногда изменяет Козо-Полянскому. Так, вначале (стр. 17) устанавливается резкая, непроходимая грань

между «автогенезом» (саморазвитием) и «энтогенезом» («процесс развития..., движимый действием внешних условий и лишенный предопределенности»). В дальнейшем же (стр. 73) оказывается, что «и дарвинизм, эта чисто энтогенетическая гипотеза, признает значение свойств самих организмов для эволюции», т.-е. автогенез. Как связывает дарвинизм и то, и другое, автор, к сожалению, не указывает. Между тем, это чрезвычайно важно, как для выяснения самого дарвинизма, так и для «пропаганды естественно-научных основ диалектического материализма», ради чего и существует Тимирязевский Институт» (Старк).

Что между стр. 17 и 73 никакого противоречия нет, ясно не только для каждого, знакомого с эволюционным ученьем, но и для любого вдумчивого читателя моей брошюры, в частности, благодаря сжатой формуле на стр. 22, резюмирующей суть дела. Для дарвинизма характерно, что он рассматривает эволюцию как эктогенез (а не «энтогенез», как пишет Старк). — как прогресс под воздействием внешней среды, независимый от сознания и воли организмов, но весьма зависимый от их материальных свойств, от их, если угодно, «физико-химических» особенностей. Если критику еще не ясно, то можно выразиться и иначе. Автогенетики не признают за внешней средою направляющей роли в эволюции, а пружиною последней считают таинственные внутренние принципы «непротяженного» свойства (resp.: «непротяженная субстанция» Дриша, «суспендирующая» процессы в организме). Эктогенетики непременным условием эволюции, определяющим ее направление, признают именно действие среды, при чем учитываются и личные свойства организма, физические и «психические» (вплоть до «души»).

Второе обвинение в «ошибке» и того своеобразнее.

«Диалектика изменяет Б. М. Козо-Полянскому и тогда, когда в органическом мире он видит только «расхождение и совершенствование» признаков, почти не замечая ожесточенной борьбы за существование и нередкого в природе регресса. Может быть, в связи с этим надо поставить тот факт, что «отбор» превращается у автора в какую-то чуть ли не надмировую силу (стр. 67), как и слишком частое, хотя и в иронических кавычках, употребление термина «целесообразность». Однако, все это, очевидно,—лишь последствия злосчастной схемы» (Старк).

Вся книжка, не говоря уже об особой, относительно длинной, главе (стр. 50—60), только и толкует, что о благодетельном действии борьбы за существование, это особенно подчеркивается (на стр. 20, 32). В этом нет ничего удивительного, так как дарвинизм и есть,—равно как марксизм,—«теория борьбы».

Из чего критик заключает, что на стр. 67 отбор мною так возвеличивается,—не ясно, так как в этом месте излагается только самое обыкновенное ученье о дивергенции или расхождении признаков. Необходимо иметь в виду, что Дарвин считал явление схождения признаков или конвергенции несравненно более редким, чем обратное ему, и для дарвинизма учение о дивергенции настолько характерно, что противники естественного отбора обыкновенно ополчаются и против принципа «расхождения», защищая, напротив, принцип схождения [1]).

Но я, конечно, и как диалектик, признающий развитие через противоречие—«борьбу», и как дарвинист, признающий эволюцию в результате борьбы за существование, не могу не признавать,—не «надмирного», об этом не может быть и речи,—а «мирового» значения естественного отбора, «железного следствия противоречий и борьбы».

Слово «целесообразность» я употребляю в кавычках тогда, когда хочу подчеркнуть, что оно употребляется в условном смысле (определенном на стр. 11). Частое повторение слова объясняется очень просто. Тем, что проблема целесообразности есть первая, важнейшая из трех, с философским значением, обширных проблем (или, лучше, проблем-комплексов) биологии, от решения которой в значительной мере зависит решение и остальных двух проблем, т.-е. зависит многое не только в биологическом, но и в общечеловеческом миросозерцании [2]). Тем еще, что дарвинизм как-раз и есть теория, ставящая себе задачей объяснение целесообразности, ибо целесообразность есть одна из сторон того «совершенства» (см. стр. 11), осветить происхождение которого есть главное задание всякой эволюционной теории.

---

[1]) См., напр., Einhorn. Erfahrung und Deszendenztheorie. 1924; Friedemann, Die Welt der Formen. 1925.—На русск. яз. книги проф. Берга.

[2]) Это «Zweckmässigkeit-Frage», «Mechanismus-Vitalismus-Frage» и „Leib-Seele-Frage". См. M. Hartmann, Philosophie und Biologie. 1925.

В слове «целесообразность» вообще нет ничего предосудительного. Все зависит от постановки проблемы и от характера ее решения.

Проблему целесообразности более или менее философски,—научно и обще,—можно формулировать след. образом.

«Die Frage ist die, ob in der Natur alles Geschehen rein kausal bedingt ist, ob dem Kausalitätsgesetz allgemeine und alleinige Geltung auch für die Erscheinungen der organischen Welt zukommt, oder ob bei ihnen das Ganze einen irgendwie bedingenden Einfluss auf die Gestaltung der Teile des Systems ausübt, der nicht aus der Summe der einzelnen kausalen Vorgänge kausal resultiert. Mit anderen Worten, ob dem Ziel (Telos), dem Zweck des Ganzen eine konstitutive Bedeutung neben den «Ursachen» zukommt, — das Problem der Zweckmässigkeit in weiterem Sinne» [1]).

Теория естественного отбора как-раз и есть такое объяснение «целесообразности», которое устраняет «Telos-Prinzip» и сводит все,—и в органическом мире,—к причинной закономерности,—т.-е. решает проблему целесообразности в «матерьялистическом» смысле.

Моему критику, конечно, известен отзыв Маркса о дарвинизме, относящийся еще к 1861 г.,—«в нем впервые не только нанесен смертельный удар телеологии в естествознании, но и эмпирически разъяснен ее рациональный смысл» (письмо к Лассалю [2]).

«Старая телеология пошла к чорту» [3])! И после «эмпирического разъяснения рационального смысла» пресловутой «целесообразности» мы вправе пользоваться этим привычным и, пока, ничем незамененным термином, вкладывая в него старый объем, но лишь в новом его повороте,—имеем право пользоваться без всякого страха или отвращения.

Относительно ссылки т. Старка на мое, будто бы, невнимание к явлениям регресса, скажу следующее.

---

1) Hartmann, l. c., p. 2.

2) Цитирую здесь по Рязанову в «Архиве Маркса и Энгельса», II, стр. XIII.

3) Энгельс, Натурдиалектика («А. М. и Э.», II.), стр. 41.

Во-первых, моя задача была изложить теорию объяснения «органического прогресса», а потому естественно, что я и говорил именно о прогрессе.

Во-вторых, на основании впечатления (судя по рецензии) от биологической подготовки моего уважаемого критика,— можно сомневаться, чтобы он отчетливо представлял себе биологический критерий прогресса (хотя он, попросту, изложен и у меня на стр. 11).

Напр., если наш критик в качестве образца регресса, как это обыкновенно делают, сошлется на каких-нибудь «дегенерировавших» паразитов, в роде глистов и т. п., то ему надо напомнить, что здесь мы, может быть, имеем уменьшение («регресс») сложности организации, но никакого регресса в пугающей т. Старка «целесообразности» не замечается, а даже наоборот: конечно, паразит более «целесообразен», более прилажен к своей жизненной обстановке, чем его более самостоятельные предки, только начавшие переходить к паразитическому существованию.

В-третьих, диалектика органического мира, как и «природы», и «духа», состоит «в непрерывном процессе возникновения и уничтожения, бесконечного восхождения от низшего к высшему»,—т.-е. в бесконечном прогрессе [1]). И в другом месте тот же автор пишет: «Смена возникновения и уничтожения является прогрессивным развитием, несмотря на кажущиеся случайности и периоды регресса». И Дарвин не раз повторяет ту же формулу, говоря, что следствием отбора является, в общем, прогресс. «The final result will generally have been an advance but in some few cases a retrogression in organisation»[2]); и еще,—в заключительных строках своей книги: -«And as natural selection works solely by and for the good of each being, all corporeal and mental endowments will tend to progress towards perfection»[3]). Спенсер, как известно, ставит дилемму: или «специальные творенья», или «прогресс жизни», т.-е. или

[1]) Энгельс, Фейербах. Изд. ВЦИК. 1918. Стр. 31. Сравн. 57—58 (в нем. 3-м изд.—стр. 38).

[2]) Origin of species, p. 201.

[3]) l. c., p. 428. Сравн. p. 97.

креационизм, или эволюционизм. Термин «органический прогресс» или «прогресс жизни», взятый у него, мною предпочтен термину эволюция потому, что последний применяется в слишком разнообразных смыслах, а чаще всего—в более широком объеме.—Но мне, конечно, хорошо известно, что «чистых явлений ни в природе, ни в обществе нет и быть не может... Самое понятие чистоты есть некоторая узость, однобокость человеческого познания, не охватывающего предмет до конца во всей его сложности» (Ленин).

«Сомнение возбуждает такая мысль: «что естественный отбор именно и есть причина эволюции, это не может быть непосредственно и окончательно доказано» (стр. 74). Тем более, что на стр. 99—100 автор утверждает о существовании «целого ряда точно запротоколированных, наблюденных в природе примеров естественного отбора». Так как же: мы только верим в дарвинизм, или это научно-проверенная теория? От решения этого вопроса зависит многое» (Старк).

И эта невязка мнимая. И в этом случае вдумчивый читатель не найдет никакой неясности ни в положении дела, ни в моем изложении его.

У нас имеются, действительно, «точно запротоколированные в природе примеры действия естественного отбора», и немногие из них приведены мною на стр. 63—65.

Но точно наблюденных примеров прогресса,—совершенствования и расхождения признаков,—путем естественного отбора у нас нет (стр. 67).

Мы воочию видим, что естественный отбор действительно ведет к «качественной регулировке» живого населения: «Во всех примерах видно,—пишу я (стр. 65),—что выживание одних (отбор, селекция) и гибель других (элиминация, устранение) связаны с различием в особенностях строения», но не более того.

Того, что подобным путем полезные признаки усиливаются, что этим способом и создается разнообразие форм и их совершенство, в частности «целесообразность»,—этого мы воочию не видим.

Возьмем простейший, приведенный мною, пример,—два сорта богомолов (стр. 63), зеленый и бурый. Бурые, на зеленой

траве, были замечены птицами и поедены, а зеленые не замечены и не съедены. Это—факт и притом факт естественного отбора.

Но мы вовсе не видели того, что зеленый сорт и бурый сорт произошли именно таким путем из некоторого среднего, скажем буро-зеленого, одинаково заметного и поедаемого и на бурой траве, и на зеленой:—мы только, по аналогии, в силу требования здравой логики, предполагаем это.

Итак, прямых подтверждений того, что эволюция фактически шла или идет путем отбора, привесть нельзя, и в этом смысле, если т. Старку угодно, теория естественного отбора «недоказана». И нам нечего малодушно закрывать на это глаза или «втирать очки», будто все просто и ясно.

Если бы наш критик потрудился внимательно рассмотреть хотя бы таблицу—чертеж, приложенный к книжке, он бы увидел, что «естественный отбор» четко отнесен здесь к очевидностям, но зато переход от него к совершенствованию и расхождению признаков отмечен вопросом и обозначен, как «основное предположение дарвинизма».

Почти вся история органического мира прошла тогда, когда человека вовсе не было, или он был слишком первобытен, чтобы производить, из поколения в поколенье, наблюдения за механизмом, за ходом эволюции. В тот же краткий период, ничтожно краткий период, в течение которого человечество производило подобные наблюдения, не удается отчетливо уловить не только что того, как осуществляется эволюция, но даже и того, что она действительно осуществляется.

Т. Старку следовало бы знать, что наше убеждение в факте эволюции основано на косвенных доводах, что «прямое доказательство» Вейсмана-Фаминцына. — единственная попытка прямо доказать факт эволюции,—не универсально и большинством биологов не признается за таковое. С точки зрения т. Старка, и самая отправная точка эволюционного ученья не может расцениваться, как «научно-доказательное» положение.

Наблюдения за краткий срок над современной природой убеждают, что естественный отбор должен вести к эволюции, а так как палеонтологическая картина не противоречит, как-

будто, этому[1]), то дарвинизм и принимает, что отбор, действительно, был пружиной эволюции.

Выдвигая свою дилемму, «от которой зависит многое»: «Мы только верим в дарвинизм, или это научно-проверенная теория»? критик стоит на почве схоластической логики. Да или нет. Tertium non datur. На самом деле, кроме «веры», т.-е. представления, лишенного научных оснований, и кроме «научно-проверенных теорий», существуют, имея полное право на это, научные гипотезы. В них мы имеем дело с убеждениями, разумно обоснованными на фактах точного знания, однако, не такими, пока, чтобы они были «доказаны», как дважды два четыре.

И теория происхождения видов путем естественного отбора есть научная гипотеза, — не вера, но и не положительное знание.

И если бы т. Старк справился бы где следует, то знал бы, что таковы едва ли не все крупнейшие естественно-научные теории, коль скоро они касаются генезиса, становления и имеют дело с необозримыми временами (космогенез, астрогенез, гилогенез, геогенез, минерогенез, литогенез, атмогенез, гидрогенез, антропогенез и пр.).

Изложенное, вкратце, — как и все в моей маленькой брошюре, — освещено и в ней (стр. 74, 75, 76, 77). И даже, чтобы лучше пояснить дело для тех, кто способен мыслить только конкретными образами и привык исходить из повседневного опыта, — приведена басня о похищении самовара (стр. 85—87). Если и она ничего не поясняет т. Старку, то я уже не знаю, что нам с ним делать[2]).

---

[1]) Scott (Extinct plants and problems of evolution. 1924 г., p. 227), подводя итоги своему изложению истории растительного мира, говорит, что ее картина «while not favouring any exaggerated Darwinian ideas such as the so-called „omnipotence of natural selection, yet is, on the whole, favourable to the old, truly Darwinian conception».

[2]) Кстати отвечу тем моим критикам, которые (в письмах и устно) указывали мне на неуместность подобных басен в научной книжке. Очевидно, они неосведомлены, что сюжет басни мною заимствован из «Six lectures» Гёксли, и ее, в несколько другой редакции и по другому поводу, можно найти в «Collected Essayes» этого знаменитого ученого. Гёксли,

На два замечания т. Дучинского—о причислении ученья Лотси с дарвинистским ученьям и об отождествлении эволюции с «прогрессом»—уже отвечено выше, так как те же замечания были сделаны и двумя другими критиками. На остальные отвечу в порядке самой рецензии (в цитатах из нее, которыми начинаются нумерованные абзацы, разбивка везде моя).

1. «Эволюционная теория, по мнению автора (т.-е. Б. К.-П.), вопроса о том, что такое жизнь, не касается, а только решает вопрос, как возник органический мир[1]). Но поскольку вопрос о происхождении жизни составляет только главу эволюционной теории, то последняя не может при обосновании теории самозарожденья не касаться физико-химической природы живого вещества, т.-е. вопроса, что такое жизнь» (Дучинский).

Вопрос о происхождении жизни, по моему мнению, есть часть вопроса «что такое жизнь»? так как этот последний вопрос неизменно требует суждения, возможен ли, и при каких условиях, переход «вещества» в «существо»,—суждения о возможностях, месте и моменте «архигонии».

Исключая, таким образом, проблему «первичного зарождения» из объема эволюционной теории, я следую компетентным людям.

У Дарвина есть такая характерная фраза: «Howe a nerve comes to be sensitive to light, hardly, concerns us more than how life itself originated»[2]). По всей книге «Происх. видов», которая, как известно, представляет собою классическое изложение эволюционной теории в целом, о происхождении жизни только и сказано, что два слова в самом конце: «....life... having been originally breathed» etc., при чем этими словами Дарвин, по

вообще, любит оживлять свою речь подобными притчами и с педагогической стороны его прием признан правильным. Пора сознать, что говорить о науке «таинственным шопотом, точно это есть вещь, рожденная не на земле, а на небесах»,—вообще нелепо, а в анше время—прямо-таки смешно. Задача состоит в том, чтобы говорить понятно, не опуская ничего важного и не многословя без нужды.

[1]) Обращаю внимание на мою постановку вопроса: как возник органический мир («таким, каким мы его знаем»)? а не как возникли первые организмы, или как возникла жизнь?

[2]) Origin of species, p. 144.

его собственному признанию, хотел лишь отметить наше незнание отправной точки эволюционного процесса. Другой классик эволюционизма, Ромэнс[1]) еще определеннее отмежевывает проблему «архигонии» от проблем, входящих в объем эволюционной доктрины. — «Мы не должны здесь касаться вопроса о происхождении жизни. Мы занимаемся здесь исключительно вопросом о происхождении отдельных форм жизни. Теория эволюции исходит из явления жизни, как из данного факта. Как возникла жизнь, этого теория эволюции, как таковая, не имеет в виду рассматривать».

И в новейших обзорах эволюционной теории, например, у Чулока, Плате, Дюркена[2]), фактически проведена та же точка зрения.

Этим я вовсе не хочу сказать, что эволюционная теория вовсе независима от позиции в вопросе «что такое жизнь», и «как она зародилась» на земле. Конечно, «Mechanismus-Vitalismus-Problem» имеет огромное значение для эволюционной теории (точнее — для ее «проблемы факторов»), тем не менее, если,— для удобства изучения и изложения или по немощи мысли,— условиться разбить непрерывный, связный ряд проблем биологии на отделы,—это легче всего сделать по указанной линии.

Насколько вопрос о первичном зарождении, сравнительно, независим от эволюционной доктрины, мне кажется, наглядно видно из того примера, что многие принимают чудесное творение организмов-первенцев и в то же время являются настоящими эволюционистами. Этот взгляд некоторые авторы приписывали даже Дарвину. В наши дни о божественном вмешательстве при возникновении жизни и дальнейшей независимой эволюции «по естественным законам» пишут многие, курьезным образом «примиряя» науку и религию[3]).

2. «Едва ли методологически правильно отрывать проблему причинности от проблемы закономерности эволюции, как делает автор (13—14 стр.)? Проблема причинности включает и проблему

[1]) Теория Дарвина. 1899. Стр. 15.

[2]) Dörken, Allgem. Abstammungslehre, 2 A. 1924. Книга Plate указана выше. Tschulok—ниже.

[3]) См., наприм., интересную книжечку Stölzle, Ursprung des Lebens. 1925.

закономерности. «Объяснить эволюцию», т.-е. выяснить ее ход и движущие причины, не значит ли понять ее, как закономерный процесс, обусловленный определенными причинами?

Правда, автор отождествляет закономерность эволюции с повторяемостью явлений. Но основной закономерностью эволюции является ведь неповторяемый, однократный грандиозный процесс закономерного развития всего многообразия органического мира».

Разделение эволюционного ученья на три проблемы в моей книжке отвечает разделению, принятому в «Deszendenzlehre» Чулока (1922),—насколько мне известно, наиболее серьезной книге по методологии эволюционного ученья. Третья проблема у меня равноценна по объему «Stammbaumproblem» Чулока (и Плате[1]), но у последнего остальная разбивка другая, так как «проблема реальности» или собственно «проблема прогресса» у него расчленена на три проблемы (см. его n° n° 1, 4, 5). Только я уклонился от общепринятого названия проблемы (заменив его другими), имея на то свои основания. Как известно, в настоящее время «древовидная» форма филогенической системы многими отвергается (см. книги Берга, Эйнгорна Фридмана и мн. др.), заменяясь символом «газона» (Гертвиг), «ржаного поля» (Берг) и т. п. Затем, история филогении показывает, что частности родословной системы подвержены бесконечным изменениям и поправкам. Но на фоне этих колебаний выясняются некоторые более устойчивые выводы, отмечающие самое общее в форме эволюционного процесса. Это устойчивое общее, в виде «законов» необратимости, увеличения роста, периодичности (закон «обратимости» Соболева) и некот. др. выводов, не зависящих, повидимому, от приверженности к «древовидной» или «газонной» системе, и составляет, думается, настоящее приобретенье эволюционной теории в плоскости третьей ее проблемы. Из предложенных названий, мне более предпочтительным представляется такое: «проблема формы», так как слово «закономерность» применялось и применяется в стольких разных смыслах, что даже специальная оговорка о том,

[1] Abstammungslehre, S. 2.

как оно будет понято в данном случае, не спасает его от превратных[1]) толкований, как мы это видим у т. Дучинского.

3. «Автор считает главной основой признания факта эволюции среди трех несомненных истин следующую: «каждый организм всегда является потомком другого организма». Но эта истина ничего не говорит об эволюции организмов. Ее разделяют и самые отъявленные противники принципа эволюции. Существует целый ряд других доказательств эволюции, хотя бы и менее бесспорных» (Дучинский).

Три несомненных истины, включая и введшую в соблазн уважаемого критика,—это как-раз те, которые, после основательной чистки «доказательств» эволюции, оставлены,—в виду их несомненности, — Рейнке[2]). Ту же истину, в качестве отправной точки эволюционной теории (в числе всего 5 таких точек; из них n⁰ 1, по моему мнению, ничего не доказывает, так как сам подлежит доказательству, что признается и самим Плате), приводит и представитель совсем другого лагеря, Плате[3]), стремление опереться на этот аргумент можно найти еще у Спенсера[4]).—Уже из этого следует, что, вопреки нашему критику, эта истина что-то и как-то говорит об эволюции; предоставим же критику самому задуматься: что? и как? Если эту истину разделяют «самые отъявленные противники эволюции», то это показывает лишь на отсутствие у них логической последовательности в мышлении или, что чаще,—незнакомство с биологией. Заявление критика о «существовании целого ряда доказательств», с забавной прибавкой: хотя «менее бесспорных», способно напомнить (да простит мне эту шутку уважаемый критик) «стишки, против которых ни одна не устоит», Жевакина.

4. «Логически непонятно, почему гипотезы, признающие в эволюции «верховенство духа над материей», считающие, что эволюция зависит от сознания и воли организмов, автор относит к категории эктогенетических гипотез (стр. 19).

---

[1]) Т.-е. не соответствующих намерениям автора.

[2]) Reinke, Kritik d. Abstammungslehre, 1920, SS. 8, 21, etc.

[3]) Abstammungslehre, p. 2.

[4]) Основания биологии. Изд. Полякова, I, 1870, стр. 252—254. (Нового издания у меня под рукой нет).

Они должны быть отнесены в группу автогенетических воззрений» (Дучинский).

Логически непонятно, отвечу я, как эти гипотезы, признающие, вместе с тем, что эволюция осуществляется в зависимости от среды, могут быть отнесены к автогенетическим воззрениям. Надо бы разобраться в том, что такое «автогенез», и что такое «эктогенез». Дух «верховенствует» над телом, но — со средой сообразуется; следственно, главный признак эктогенетической группы налицо (см. также Plate).

5. «Учение Ламарка представляется эклектическим. Отводя большую роль трансформирующему (прямо или косвенно) влиянию внешних условий, Ламарк придавал большое значение и различным трансцендентным «порывам», «желаниям», «стремлениям». Отнести его учение безоговорочно к тому или иному направлению едва ли будет правильно, как поступает автор (стр. 18)» (Дучинский).

Из сопоставления стр. 18 и 19 видно, что «поступок» приписан мне критиком вряд ли основательно: ученье Ламарка расчленено у меня надвое, чем отмечена его двойственность.

6. «Другие гипотезы эктогенетической группы,—говорит автор,—отрицают значение сознания и воли организмов в эволюции» (стр. 19). Получается впечатление, что сознанием и волей наделены все животные. Встает вопрос, как же объясняют сторонники различных направлений эволюцию растений и животных, не обладающих органом сознания»? (Дучинский).

Типичные неоламаркисты (к ним, в согласии с Холодковским и Плате, отношу Франсе, Паули и их сторонников), признавая значение сознания организмов в эволюции, приписывают [1]), как известно, сознание свойственным не только даже растениям, но и любой отдельной клетке, которая, по выражению Франсе, обладает способностью к суждению и совершению «поступков» (благодаря присущей ей «телесной душе»). Для того, кому известно, что у этих авторов имеется тенденция к «всеобщему одушевлению»,—панпсихизму, никакого вопроса и «встать» не может.

[1]) См., напр., Francé, Der heutige Stand d. Darwinsch. Frage. 1907. Pauly, Darwinismus und Lamarkismus. 1905, и др.

7. «Для оценки «теории симбиогенеза», как разновидности дарвинизма, необходима также более солидная аргументация. Любопытно, что симбиогенез автора фигурирует под именем теории, дарвинизм же называется многократно гипотезой (стр. 22)» (Дучинский).

Ученье о симбиогенезе, в той форме, в которой популяризировал его, между прочим, я, принимает принцип естественного отбора и, в силу этого, относится к числу дарвинистских гипотез эволюции. В этом виде, связь «теории» симбиогенеза с Дарвиновым принципом так тесна, что, по выражению Берга[1]), с падением селекционной доктрины,—вместе с мутационной теорией (и комбинационной),—отпадает и она.

Слово «теория» применяется мною в большинстве мест брошюры в общеупотребительном смысле,—для обозначения известной суммы фактов, обобщенных некоторой системой идей,—и может быть заменено словом «ученье». Когда же я ближе подхожу к анализу научной ценности, напр., теорий, «объясняющих» эволюцию (проблема причинности), то я привожу слово теория в кавычках, с прибавлением: «т.-е. гипотез» (стр. 16). Теория симбиогенеза упомянута мною именно под общим заголовком ««теорий», «т.-е. гипотез», и никакого противопоставления ее селекционному ученью, как гипотезе, конечно, нет. Считаю необходимым прибавить еще следующее. Из всех гипотез эволюции, ученье о симбиогенезе, все-таки, стоит ближе всего к «теории» в узком смысле слова, так как лишь оно оперирует с доказанными примерами не просто «формообразования», а возникновения более прогрессивных (сложных, устойчивых). За подробностями отсылаю к незаменимой статье Фаминцына, указанной в моей брошюре. Наконец, назвать ученье о симбиогенезе «теорией симбиогенеза» предложил сам автор этого термина [2])—проф. Мережковский [3]).

8. «Нельзя не согласиться с автором, что «эволюционная теория по своему существу есть диалектическая теория»

---

[1]) Берг, Теории эволюции. 1922, стр. 87.

[2]) Reinheimer, пользуясь тем же термином в другом смысле (см. его книгу Symbiosis. 1924, и более старые работы, там указанные), повидимому, и не подозревает о том, кто его автор.

[3]) Теория двух плазм. 1909, стр. 8.

(стр. 31), но для признания данной теории диалектической недостаточно еще «признания ею прогрессивного движения и связи», как думает он. Диалектическое развитие характеризуется не одними только указанными особенностями.

По словам автора, «эволюционная теория занимается не чем иным, как доказательством применимости диалектической точки зрения к органическому миру» (31). Она, конечно, должна была бы заниматься этим, но, к сожалению, далеко не всегда она это делает. Эволюция—не синоним диалектики. Автору, думаю, хорошо известно, что не все эволюционисты являются диалектиками» (Дучинский).

Вопрос не в том, какие признаки свойственны диалектическому взгляду на вещи, а в том, *какой* (или какие) из этих признаков является самым характерным, определяющим самую сущность этого взгляда и связанного с ним метода. Относительно Гегеля, напомню общеизвестные слова Плеханова: «Гегель называл метафизической точку зрения тех мыслителей, которые, не умея понять процесса развития явлений, поневоле представляют их себе и другим, как застывшие, бессвязные, неспособные перейти одно в другое. Этой точке зрения он противопоставил диалектику, которая изучает явления именно в их развитии и, следовательно, в их взаимной связи»[1]). Не менее известно Марксово определение в «Капитале»: диалектика «в позитивное понимание существующего включает, в то же время, понимание его отрицания, его необходимой гибели, каждую осуществленную форму рассматривает в движении, следовательно, также с ее преходящей стороны».

Энгельс определяет диалектику, как науку «о наиболее общих законах всякого движения»[2]), подразумевая под послед-

---

[1]) Плеханов. К вопросу о развит. монист. взгляда. Изд. IV. 1906, стр. 61.—У Гегеля «развитие» в природе осуществляется в пространстве, но не во времени. Но эта, по выражению Энгельса («Фейербах». Изд. 1918 г., стр. 44), «бессмыслица» нас здесь не касается.

[2]) «Die Dialektik ist weiter nichts als die Wissenschaft von den allgemeinen Bewegungs-und Entwickelungsgezetzen der Natur, der Menschengesellschaft und des Denkens». «Anti-Düring». 3 A. 1894, S. 144.

ним «изменение вообще», «в надмеханических областях» понимаемое «так же, как изменение качества», а вовсе не как «простое изменение места». «И вот мы снова вернулись,—говорит он,—к концепции..., что вся природа (... начиная от протиста и кончая человеком) находится в вечном возникновении и уничтожении, в непрерывном течении, в неустанном движении и изменении»[1]). Природа воспринимается Энгельсом, как «исторический процесс развития», результаты ее изучения он оценивает «диалектически, т.-е. с точки зрения их собственной взаимной связи»[2]).

Называя эту связь диалектической, Энгельс явно отмежевывается от метафизического материализма, с его признанием только каузальной стороны связи явлений, и выдвигает исторический, генетический ее характер. И в ведении к «Анти-Дюрингу» диалектика определяется, как метод, «рассматривающий вещи и отражающий их понятия преимущественно в их общей связи, в их сплетении, в движении, в их возникновении и уничтожении».—По Плеханову[3]), «смотреть на все явления с точки зрения их развития, это-то и значит смотреть на них диалектически».—Наконец, Ленин определяет диалектику, как «учение о развитии в его наиболее полном, глубоком и свободном от односторонности виде»[4]).

Основным требованием ее является: «брать предмет в его движении, саморазвитии», и т. д.

Так говорят классики. Из критиков, у Тренделенбурга[5]), готового признать диалектику Гегеля «великим заблуждением», «представление движения играет первенствующую роль». «В качестве высшего родового понятия остается понятие о перемене, но и оно составляет только вид движения. Движение же есть нечто первоначальное, общее мысли и бытию». Под движением же разумеется процесс, переход из одного

---

[1]) Натурдиалектика, стр. 135. 27, 143, 167.

[2]) «Фейербах», стр. 61.

[3]) L. c., стр. 64.

[4]) Три источника и три составных части марксизма (напр., изд. «Буревестник». 1923, стр. 14).

[5]) Logische Untersuch. 3 A. 1870. I, SS. 105, 145, 146, 152 etc.

состояния в другое. Более новый критик, Берман[1]), жестоко расправляющийся с целым рядом положений классической диалектики, как с «побрякушками Гегелевского схематизма», приходит к выводу, что вся суть диалектики—в эволюционном, историко-генетическом воззрении на бытие и сознание; остальное, связываемое с диалектикой, искусственно или несущественно. Берман отмечает, что, напр., Энгельс в «Фейербахе» «ни одним словом уже не упоминает о переходе количественных изменений в качественные различия, ни оботрицании отрицания» и с еще большей ясностью, чем в «Анти-Дюринге», выдвигает «принцип всеобщей эволюции», который «и есть то, что называют диалектическим методом»[2]).—Мы не собираемся здесь подписываться под мнениями названных критиков, но их выступления, думается, выявляют, что именно в диалектике уже не может быть оспариваемо и представляется наиболее устойчивым. Это все тот же принцип «становления» (и генетической связи), который, как мы видели, и классики диалектики считают самой главной ее частью,—«ядром» диалектического миросозерцания.

Из нового исследования по диалектике т. Асмуса[3]) трудно не сделать вывода, что «основная общая черта диалектического метода—его историзм»[4]); что первое его требование,—«рассматривать каждое явление, как преходящее, изменчивое и относительное», а второе—«рассматривать каждое явление непременно в его связи и взаимодействии со всеми другими, с которыми оно ближайшим образом связано»[5]). Конечно, есть и другие «требования», но это уже не первое и не второе.—Наконец, только что вышедший сборник «Marxismus und Naturwissenschaft», словами Адлера, высказывается еще определеннее (p. 151): «Wir können konstatieren, dass die Bezeichnungen «Materialismus» und «Dialektik» bei Marx und Engels sich vollständig (подч. в оригинале) mit den Begriffen der modernen Naturwissenschaft «Erfahrung» und «Entwickelung» decken».

[1]) Диалектика в свете современной теории познания. 1908.
[2]) Берман, l. c., стр. 23, 25, 236.
[3]) Диалектический материализм и логика. 1924.
[4]) Асмус, l. c., стр. 194.
[5]) Асмус, l. c., стр. 204.

Не впадая в крайности Бермана[1]), я считаю себя вправе главным признаком диалектического взгляда, в противоположность метафизическому, полагать признание «движения» и «связи»,—тезис, общий для нее с эволюционной теорией; но, конечно, эволюция—не синоним диалектики. Последнее понятие несравненно шире. Диалектика вообще охватывает все существующее. Эволюция же есть даже не биодиалектика, а только часть ее, именно—«диалектика вида», если так можно выразиться. Биодиалектика еще заключает в себе диалектику особи и диалектику сообщества. Эволюционная теория,—безразлично: идеалистическая или материалистическая,—конечно, дает обоснование диалектическому мировоззрению по отношению к некоторой, весьма значительной, группе явлений органического мира[2]).

По моему мнению, все эволюционисты являются отчасти диалектиками,—«диалектиками вида» (обычно, вместе с тем, и «диалектиками особи»). Если же не все они принимают диалектику во всей ее широте, охватывая ею все и вся,—начиная с «мертвой» природы и кончая человеческим сознанием,—то причина здесь та же, почему не все способны «доводить материализм естественно-исторический до материалистического взгляда на историю»[3]); это близорукость или еще что нибудь худшее.

9. «Для иллюстрации сложности взаимоотношений организмов автор приводит классический, приводимый многими, пример о сложности взаимозависимости между числом кошек и обилием клевера. Пример относится несомненно к тем гипотетическим примерам, которые встречаются, по словам автора, у Дарвина. На основании длительного личного изучения жизни шмелей могу с определенностью сказать, что шмели хорошо защищены, и мыши не могут выступать в той роли грозных врагов, о которой говорится в примере. Поэтому следует всегда

---

[1]) Напр., вопреки Берману для диалектики, как показывает ее самое название, очень характерно признание, что развитие есть следствие «противоречия».

[2]) Более обстоятельно высказаться об отношении эволюционной теории к диалектическому материализму я предполагаю во 2-м изд. моей брошюры «Диалектика в биологии».

[3]) Ленин, К 25-летию смерти Дицгена (Собр. соч., XII, 1, стр. 105).

подчеркивать гипотетический характер данного примера». (Дучинский).

О многолетних исследованиях т. Дучинского я, действительно, ничего не слышал. Иначе я, конечно, внес бы соответствующую поправку. Однако, данный пример приводится без всяких оговорок,—насколько я осведомлен,—всюду, где он только приводится. Напр., в таком виде находим мы его и в последнем, дошедшем до меня, издании «Six lectures» Гёксли[1]) (приведенная мною шутка этого автора взята из «Six lectures») и в самом новом учебнике, где приводится этот пример[2]).

Подчеркну еще: я сам не называю никаких Дарвиновских примеров гипотетическими, кроме тех примеров естественного отбора, которые он сам называет «imaginary illustrations». Вышеприведенный случай со шмелями, клевером и пр. к их числу в «Origin of species» не отнесен.

10. «Непонятно, под влиянием каких причин «каждое изменение, подхваченное отбором, если условия не изменяются... будет усиливаться». Раз условия не изменяются, то и приспособления у организмов должны охраняться естественным отбором в неизменном состоянии». (Дучинский).

Это неверно. И при неизменяющихся условиях существования, естественный отбор, при наличии наследственной изменчивости, будет продолжать «аккумуляцию» полезных свойств, пока они не достигнут оптимума, отвечающего этим условиям.— Трава может оставаться все такой же зеленой, какой она была и раньше, но отбор, из поколения в поколение, будет усиливать зеленый цвет у «приспособляющейся» расы насекомого, пока она не приобретет наилучшей защитной окраски.

11. «Всегда ли «настоящий искусственный отбор зависит от разума и воли человека и ведет к произведению того, что ему необходимо или полезно»? (71). Какую же роль играет тот бессознательный искусственный отбор, о котором говорит Дарвин? И как примирить с высказанным положением автора тот общеизвестный факт, что нередко животных приручали из-за прихоти или религиозных побуждений, и в резуль-

---

[1]) Cent-Putton, ed. London—New-York. 1914, p. 243.

[2]) Я имею в виду «Общую ботанику» Келлера (II, 1924, стр. 122)

тате бессознательного отбора получали полезных домашних животных»? (Дучинский).

Не следует вводиться в заблуждение словом «бессознательный» отбор, а надлежит прочитать «Origin of species», где ясно определено его значение. «Бессознательный» отбор—это отбор неплановый, неметодический, но, конечно, проводимый с сознанием того, что делается, и с постановкой себе цели, но только ближайшей, а не отдаленной. «Selection, wich may be called unconscious,... results from every one trying to posess and breed from the best individual animals. Thus, a man who intends keeping pointers naturally tries to get as good dogs as he can, and afterwards breeds from his own best dogs, but he has no wish or expectation of permanently altering the breed... This process... would improve and modify any breed, in the same way as Bakewell, Collins etc. by this very same process, only carried on more methodically, did greatly modify... the forms and qualities of their cattle» [1]). «In the case of methodical selection, a breeder selects for some definit object... But when many men, without intending to alter the breed, have a nearly common standart of perfection, and all try to procure and breed from the best animals, improvement surely but slowly fallows from this unconscious process of selection» [2]), и т. д. Таким образом, «бессознательный» отбор принципиально не отличим от искусственного и играет ту же роль, что искусственный методический отбор.

Что хотел сказать критик своей последней фразой, для меня и, вероятно, для многих других остается непонятным.

И, при приручении (и дальнейшем отборе) животных ради прихоти или суеверия, человек, конечно, действовал сознательно, хотя, может быть, и вовсе не методически. Уже самые слова: «прихоть», «религиозные побуждения» и пр. показывают, что человек думал, что он делает, имел свои основания для действия, видел перед собою какую-то свою личную цель. Тот факт, что, напр., кошка потеряла культовую ценность, но осталась в качестве мышелова, не меняет нашего

---

[1]) Orig. of spec., p. 25.

[2]) l. c., p. 81.

взгляда на отбор. В этом случае, с течением времени, изменилась лишь цель отбора.

12. «По вопросу о передаче по наследству приобретенных признаков нет достаточных оснований для тех категорических заключений, которые делает автор (81). Вопрос продолжает оставаться спорным и продолжает находиться в стадии экспериментальной разработки». (Дучинский).

Критик без надобности повторяет то, что сказано мною самим в примечании на той же странице: «вопрос не может считаться решенным окончательно». Хотя, строго говоря, «достаточные основания» имеются как раз для отрицательного ответа в данном вопросе, так как большинство наиболее осведомленных специалистов дела, в том числе такой экспериментатор, как Баур, по признанию самого Каммерера [1]), относятся к наследованию благоприобретенных свойств более или менее скептически.

Во избежание недоразумений, позволяю себе прибавить, что направление в разработке эволюционной теории, которое я, вслед за Холодковским, обыкновенно называю «жоффруизмом», и которое имеет в лице Каммерера такого яркого представителя, не может не быть глубоко симпатичным для каждого сторонника естественного объяснения эволюции. Но по отношению к нему наиболее правильной представляется позиция, занимаемая Дарвином и «стародарвинистами»: ученье о наследуемости благоприобретенных признаков не может и не должно претендовать на замену теории естественного отбора.

Что же касается суровой критики фактического обоснования взглядов Каммерера, то зависимость ее от социальных предпосылок, предположенная этим замечательным исследователем [2]), кажется вероятной, конечно, не ему одному.

13. «Категорическое утверждение, что «классический дарвинизм был мутационной теорией» (стр. 99), звучит некоторым преувеличением и нуждается в более детальном обосновании». (Дучинский).

---

[1]) Neuvererbung. 1925, p. VI.

[2]) l. c., p. X.

Думается, что после разъяснений Плате и в «Selektionsprinzip» и в «Kultur der Gegenwart» [1]) приведенное положение стало трюизмом. Во всяком случае, Баур «дарвинизм в его чистом виде» тоже всецело связывает с мутациями. У Юста, специально разбирающего вопрос о «направленности» мутаций, для чего, очевидно, необходимо знакомство с положением вопроса о них, мне бросилась в глаза такая фраза: «Den Hauptausgangspunkt des Darwinschen theoretischen Gebäudes bilden bekanntlich die richtungslosen Variationen oder, wie wir heute sagen, die Mutationen» [2]). К точке зрения Плате присоединились и авторы русских обзоров теории, Филипченко [3]) и Коршиков [4]). Таким образом, принятое мною мнение,—которое я, конечно, не имел возможности аргументировать более чем в двух словах (стр. 47),—имеет за себя доводы в специальной литературе и не является чем-нибудь новым или парадоксальным.

14. «Неодарвинист Вейсман, как известно, распространил принцип отбора и на телесные, и на зародышевые клетки. Но он сам насчитывал единицами сторонников учения о герминальном отборе. Поэтому говорить, что «новейший дарвинизм присоединяет борьбу внутри клеток» (стр. 100), не означает ли не дать объективного освещения вопроса? Некоторые разъяснения были бы не лишни». (Дучинский).

Вряд ли будет преувеличением назвать Вейсмана вождем неодарвинизма. А он считает перенесение принципа отбора на все ступени жизненных единиц «краеугольным камнем» своих воззрений [5]). Но нельзя также не согласиться с его словами: «Без ученья о герминальном отборе великая мысль о направляющей роли отбора в эволюции остается чем-то незаконченным, деревом без корня» [6]).

15. «Автор считает неправильным причислять Гёте к числу первых эволюционистов (104). Можно не соглашаться с Геккелем,

---

[1]) Я имею в виду его статью «Prinzipien d. Syst.» (K. d. G. 3. IV, 4. 1914).

[2]) Begriff und Bedeutung des Zufalls im organ. Geschehen. 1925 p. 12.

[3]) Эволюц. идея в биологии. 1923 Стр. 54.

[4]) Эволюц. теории в историч. изложении. 1924.

[5]) Лекции по эволюц. теории. I. 1918. Стр. IX.

[6]) l. c., стр. VIII.

который ставит рядом с Дарвином и Ламарком Гете, но исключать его из числа провозвестников эволюционной теории значит противоречить общеизвестным истинам». (Дучинский).

(Странно видеть на страницах «Под Знаменем Марксизма» апелляцию к... «общеизвестным истинам»).—Геккелю в свое время энергично и мотивированно возражал Оскар Шмидт в работе: «War Goethe ein Darwinianer»? 1871. С его соображениями можно ознакомиться и по имеющейся на русском языке его книге: «Учение о развитии органического мира», 1876 (см. стр. 103—119). Я не настолько знаком с естественно-историческими сочиненьями Гёте, чтобы иметь свое собственное о нем мнение, но обстоятельный анализ, приводимый Шмидтом, мне кажется более убедительным, чем почти голословное утверждение Геккеля. Правда, в моем распоряжении не было многочисленных других работ по вопросу: был ли Гёте эволюционистом? Но Гейнрих Шмидт, автор новой и капитальной «Geschichte d. Entwickelungslehre», (1918),—как раз стоящий в курсе литературы (она приведена у него на стр. 66—67),—тоже не решается определенно назвать Гёте эволюционистом и, подобно О. Шмидту, предостерегает от приписыванья великому мыслителю наших собственных идей, на основании неясных, двусмысленных выражений, которые могут быть поняты и так, и иначе.

Во всяком случае, у этого историка, в ряду эволюционистов-биологов: де-Майе—Дарвин, мы не видим имени Гёте (см. стр. 462—485): оно упоминается лишь по философской линии, в связи с историей понятия о развитии или генезисе вообще. Также и Плате полагает, что Гёте считается одним из основателей эволюционного учения незаслуженно: большую часть жизни он был сторонником «теории типов» в духе Платона[1]).

Осведомлен ли критик, что многие другие «общеизвестные истины» касательно пионеров эволюционной теории,—относительно Эмпедокла, Лукреция, Бюффона, Эразма Дарвина и пр., тоже оказались призрачными?—Всему свое время; и было бы странно встретить в XVIII веке, или ранее того, идеи, являющиеся продуктом общественного развития более позднего времени.

---

[1]) Abstammungslehre. 1925, p. 6.

16. «Без достаточных оснований автор развенчивает заслуги соосновateля теории естественного отбора А. Уоллеса, автора «Естественного отбора» и «Дарвинизма». Возвеличивая Т. Гексли, автор забывает о роли «немецкого Дарвина» — Э. Геккеля, которого Дарвин считал лучшим своим соратником».(Дучинский).

Обстоятельство, которое не позволяет поставить Уоллэса рядом с Дарвином, может быть охарактеризовано словами Клода, которому принадлежат блестящие характеристики «пионеров эволюционизма»: это — «двойственность ума, которая, с одной стороны отводит Уоллэсу первое место среди естествоиспытателей, с другой — ставит его в ряды самых доверчивых спиритов» [1]. Его своеобразное, для дарвиниста, отношение к вопросу о происхождении духовной стороны человеческой природы невольно заставляет подумать, что... и у солнца есть пятна...

Известен крайне лестный отзыв Дарвина об авторе статьи в «Times» 26/XII, 1859,—статьи исторической по значению и принадлежавшей, как известно, Гёксли: «...he writes and thinks with quite uncommon force and clearness; and what is even still rarer, his writing is seasoned with most pleasant wit...»: «...There was only one mane in England who could have written this essay, and that you were the man. But I suppose I am wrong, and that there is some hidden genius of great calibre...» etc. [2].

Эта замечательная и, по словам самого Дарвина, огромно полезная для дела дарвинизма статья, «Оксфордская баталия», серия лекций о положении человека в природе (1860 г.; в это время самим Дарвином по этому «вопросу вопросов» была сказана только одна строка: новый свет будет пролит, и т. д.),— вот только начало деятельности Гёксли в роли «agent of propagation of devils hospel». В течение длинного ряда лет, в массе специальных и популярных статей и лекций, — составивших классический том его «Дарвинианы», — он являлся, без сомнения, самым активным и самым ярким из сторонников Дарвина,—«апостолом Павлом Дарвиновского движения» (по крайне характерному выражению Клода [3]).

[1]) Пионеры эволюции, стр. 461.
[2]) Darwin. Life and letters, II, 1887, p. 253.
[3]) l. c., p. 443.

«Гёксли одинаково велик—как писатель, как философ и как ученый, и может, вероятно, считаться величайшим из современных биологов»,—писал Мармери [1]), который в качестве историка естествознания, эволюциониста и, к тому же, компатриота Гёксли и Уоллэса, имел, надо думать, достаточно данных для их сопоставления.

Очень жаль, что здесь нет места, чтобы привесть заключительную страницу автобиографии Гёксли, где он подводит итог своей деятельности. Вряд ли кто-нибудь в состоянии возразить против его верности. Перед нами вырисовывается, поистине, монументальная фигура, перед которой как-то отступают на задний план другие деятели «эпохи новой реформации»...

17. «О «непроницаемости» можно говорит только условно. Для бактерий организмы достаточно проницаемы». (Дучинский).

«Чистых явлений нет», и непроницаемость тел, как известно, вообще не полная. Но пример критика, вообще, по моему мнению, никакого отношения к непроницаемости не имеет. Объем, занимаемый телом бактерий, конечно, не занят телом хозяина. В этом «месте» тела хозяина просто нет налицо, т.-е. правило, что «два организма не могут занимать одного и того же места» (выражение Бекетова), остается в силе.

18. «Приложенная к книжке «Графическая схема дарвинизма» усложнена более, чем следовало бы. Свойства организмов (потребность в веществе и энергии, непроницаемость, размножение в геометрической прогрессии) фигурируют без достаточных оснований два раза, точно органическая среда не представляет совокупность данных организмов». (Дучинский).

Что потребность в графическом представлении системы дарвинизма насущна, известно каждому, кому приходилось выступать с его изложением перед мало подготовленной аудиторией. Но, в известной мне литературе, попыток к такому графическому изображению я не нахожу. Естественно, что моя попытка, как первый опыт, имеет много недостатков. Однако, если бы критик попробовал сам разработать подобную граф. схему, он убедился бы, что это не так просто сделать, и,

---

[1]) Прогресс науки. 1896. Стр. 146.

может быть, иначе бы отнесся и к моему опыту. Во всяком случае, критик отделывается общим замечанием, что схема «загромождена», не указывая, что именно может быть опущено без вреда для дела. Указание на ненужность, будто бы, приведения свойств организмов дважды нельзя не счесть плодом недоразумения, чтобы не сказать сильнее. Спору нет, что каждый организм входит в состав той совокупности, которая называется органической средой, но не для него, а для других организмов. Для себя каждый организм уже не среда. Стало быть, параллельные свойства являются свойствами органической среды для данного организма и свойствами его самого. Это сходство свойств той и другой стороны, при известных предпосылках в неорганической среде (третье слагаемое), и есть одна из «пружин» борьбы. Коль скоро схема стремится отобразить «пружины» разных видов борьбы, в ней нельзя было не повторить дважды всех этих «потребностей в веществе и энергии» и пр., и пр. Если критик попробует сам пересоставить мою схему, он сам убедится, что иначе нельзя.

Думается, что заниматься всеми этими комментариями, цитатами, приведением источников, и пр., и пр., в моей маленькой брошюре было бы неуместно и невозможно. Читателям, для которых она предназначена, и которыми, как нам известно, она, действительно, читается, не должны и не хотят знать таких подробностей, деталей и тонкостей. Их необходимо знать только критику-специалисту, чтобы не быть введенным «в соблазн» и, главное, не вводить в него других.

Воронеж. XII. 1925.—II. 1926.

Ф. Перельман, Л. Рубановский, И. Великанов.

Два уклона в марксистской философии.

Два уклона и их характеристика.

Наша действительность крайне противоречива и многообразна. С одной стороны—победоносный пролетариат, строящий социализм. С другой—мелко-буржуазная страна с отсталой техникой и низким культурным уровнем. С одной стороны—пролетариат одной страны, впервые в истории победивший капитализм. С другой—буржуазное море, грозящее захлестнуть его бурной волной или покрыть своим грязным илом...

Всем известны эти противоречия, все знают, что именно в них коренятся трудности, стоящие на нашем пути; что они имеют место не только в области нашей экономики, но проникают также в общественную идеологию, сказываясь там в виде литературных, теоретических и философских разногласий.

На наших глазах в марксистской философии наметились два уклона от правильной линии, от линии диалектического материализма.

Первый уклон состоит в полном отрицании философии, как самостоятельной научной дисциплины. Впервые эту точку зрения выдвинул достаточно крикливо и бестолково т. Минин, провозгласивший: «Философия—дурман для народа. Победивший пролетариат должен очистить свою идеологию от философской скверны» [1]).

Пресловутый Энчмен оказался еще «решительнее» и предложил отказаться от всякой идеологии вообще.

Энчменизм представил собой вырожденческие тенденции в марксистской теории и сводился к теоретическому обезоруживанию пролетариата. Объективно он выразил собой напор на партию мелко-буржуазной стихии, питающей чисто животную

---

[1]) «Под Знаменем Марксизма». 1922 г.

органическую ненависть к ясной и четкой пролетарской идеологии.

Этот уклон опасен; тем более, что вопрос о задачах философии, особенно в отношении естествознания, сам по себе весьма труден, и до сих пор мы не имеем его окончательного решения.

Мы считаем, что и тов. Степанов сделал ошибку, допуская в своей брошюре «Исторический материализм и современное естествознание» тождество между марксистской философией и совокупностью конечных выводов естествознания. Таким образом, философия окончательно растворилась бы в естествознании и не существовала бы больше, как самостоятельная наука. Нам здесь же нужно сказать, что тов. Степанов по всем методологическим вопросам естествознания (соотношение качества и количества, переход от живого к неживому и др.) стал на правильную точку зрения. Действительная ошибка тов. Степанова в вопросе о роли философии дала, однако, повод черезчур усердным критикам навешать на него собак и изобразить его позицию, как идущую вразрез с основными положениями марксизма, как одну сплошную путаницу.

Кроме того, ряд специалистов-естественников, работающих в наших комвузах, обнаружил в своей пропагандистской работе упрощенческие тенденции в вопросах теоретического естествознания. Эти ошибки, несомненно, связаны с указанным философским уклоном, так как обнаруживают неумение применять в естествознании материалистическую диалектику.

Эти ошибки и упрощенческие тенденции встретили энергичный отпор со стороны товарищей, занимающихся философией; однако, при этом обнаружилась другая крайность, пожалуй, даже более опасная.

Если «энчменизм» безоговорочно отменял философию, то тов. Деборин и его единомышленники (представляющие эту противоположную тенденцию) превращают ее в самоцель.

У них философия предшествует человеческой практике, господствует над ней и в о п р е к и е й. Задачи марксистской философии, по мнению этих товарищей, состоят исключительно в методологии—притом методологии Гегеля, которая навязывается наукам, как вне них стоящая схема. Не учитывая

конкретного состояния данной отрасли знания, не учитывая ее исторического развития, не понимая стоящих перед ней насущных задач, ей преподносят гегелевские схемы и предлагают науке,—хочет она этого или нет,—по этим схемам равняться.

Перейдем к «фактическим доказательствам».

Маститый представитель этого течения — тов. Деборин в хрестоматии по истории философии («Книга для чтения», т. 2, стр. 656) пишет: «Его (Гегеля) система оказалась в сущности мертвой, его метод—живым. Диалектика Гегеля была усвоена основоположниками марксизма, у которых, путем соединения с материализмом, получила научную основу и стала неотъемлемой частью философии диалектического материализма» (подчеркнуто нами).

Тов. Деборину дело представляется так, что была взята гегелевская диалектика в ее натуральном виде и «соединена» с материализмом. На самом же деле здесь имела место органическая переработка гегелевской диалектики, после которой она совершенно потеряла свой идеалистический облик.

Ученик Деборина тов. Карев повторяет то же самое. У него мы читаем: «Марксова философия отбросила систему Гегеля, но оставила его метод».

Если же обратиться к основоположникам марксизма, то мы увидим, что они не считали свою философию арифметической суммой гегелевской диалектики и материализма. В предисловии к I тому «Капитала» Маркс заявляет: «Мой метод не только не совпадает с гегелевским, но и прямо противоположен ему».

Энгельс в «Людвиге Фейербахе» говорит, что диалектический материализм «воспользовался революционной стороной философии Гегеля—его диалектическим методом. Но этот метод был неприменим в той форме, какую придал ему Гегель» (подчеркнуто нами). И несколькими страницами ранее: «У Гегеля природа, как простое «отчуждение» идеи от самой себя, неспособна к развитию во времени. Она может лишь развертываться и разнообразиться в пространстве, и, таким образом, осужденная на вечное повторение того же процесса, она одновременно и одну рядом с другой выставляет все заключающиеся в ней ступени развития» (подчеркнуто нами).

У Плеханова в «Основах марксизма» мы читаем: «Идеалистическая диалектика утверждает самопроизвольное движение чистой мысли. И только «поставленная на ноги» гегелевская диалектика обнаруживает свой революционный характер» (подчеркнуто нами).

Мы видим, что отнюдь недостаточно было заимствовать гегелевскую диалектику такой, как она есть. Мы видим, что ее самые ценные стороны — развитие и революционность—она приобрела лишь после того, как Маркс и Энгельс поставили ее на ноги.

Действительно, по Гегелю, движение совершается единовременно в пространстве и поэтому осуждено на вечное повторение уже пройденных этапов. Такое движение можно сравнить с движением по кругу, с верчением белки в колесе, и оно по существу консервативно. Меж тем как марксизм признает движение не только в пространстве, но и во времени. Энгельс сравнивает такое движение с движением по спирали, т.-е. оно по существу прогрессивно. Вот почему гегелевская диалектика могла являться опорой и оффициальной философией прусской монархии. Материалистическая же диалектика является самой революционной, самой ненавистной для буржуазии всего мира теорией.

Материалистическая диалектика и ее соотношение с диалектикой идеалистической—вот основной вопрос теперешней философской дискуссии и вместе с тем коренной вопрос марксизма. Мировоззрение, которое не порвало беспощадно с мистичностью гегелевской диалектики, с ее оторванностью от конкретной действительности, всегда будет сохранять в себе глубокий внутренний недостаток, который скажется при всякой попытке применить эту диалектику на практике. Печальнее всего то, что на этой ошибке товарищи упорствуют и этим, конечно, усугубляют ее тяжесть. Кареву в «Правде» был дан надлежащий ответ, тем не менее до сих пор отказа от своих положений ни со стороны Карева, ни со стороны Деборина не последовало.

Мы выше указали, что Деборин и его сторонники, сводя задачи философии к одной только методологии (между прочим, отождествляя методологию с мировоззрением, что является

вопиющей ошибкой, так как мировоззрение включает в себе методологию, но не ограничивается ею), ставят эту методологию над человеческой практикой. Критерий практики для Деборина не обязателен: «Его методологическая постановка (вопроса о сведении химии и биологии к молекулярной механике) и разрешение не могут находиться в зависимости от того, достигнуто уже, или не достигнуто практически (!) такое сведение» (подчеркнуто автором) [1]. Итак, биологи могут заниматься, чем им угодно; могут добиться разложения живой материи на физико-химические факторы и обратно ее синтезировать из них; Деборина это не касается. С облаков своей философии он будет бесстрастно вещать: «До этого нам еще далеко, как сказал Энгельс». Деборин не замечает одного «маленького обстоятельства». Энгельс писал свои заметки в 70—80 годах, когда механический взгляд был господствующим среди естественников (Герц, Максвелл). Теперь же физика, химия и биология, применяя законы механики, необходимо пользуются целым рядом других, не вытекающих из механики принципов, напр., принципом элементарного беспорядка, принципом Планка в явлениях лучеиспускания (тем принципом, что движение электрона по орбите совершается без затраты энергии) и т. п.

Энгельс был прав, борясь против естественников своего времени, стремившихся объяснить все явления физики, химии и биологии с помощью одной лишь механики. Деборин же борется, как современный Дон-Кихот, против ветряных мельниц, ибо из современных крупных естествоиспытателей нет решительно ни одного, кто придерживался бы убеждений Герца. Не зная современного состояния естественных наук (механики в частности), Деборин повторяет слова Энгельса против естествознания 60—70 г.г., зная о последнем тоже лишь со слов Энгельса, и ему и в голову не приходит поинтересоваться, стоит ли естествознание и сейчас на той же ошибочной точке зрения. Поэтому его выпады попадают не кстати и бьют мимо цели. Естествознание именно за последние 50 лет сделало громадные шаги в выяснении отношения механики ко всему естествознанию.

---

[1]) «Под Знаменем Марксизма», № 11, 1925 г., стр. 18.

За это время наука обогатилась кинетической теорией материи, теорией квант и электронов, электромагнитной теорией света, стереохимией, коллоидальной химией, которые никоим образом не опираются на одну лишь механику, но имеют и свои специфические принципы и без них немыслимы.

Отношение же Энгельса к критерию практики было не совсем такое, как у Деборина, и недвусмысленно им выражено: «Материализму приходится принимать новый вид с каждым новым великим открытием, делающим эпоху в естествознании» («Людвиг Фейербах»).

Таково же отношение к критерию практики Ленина в «Эмпириокритицизме», а также Плеханова. Напр., про французских материалистов он пишет («К вопросу о развитии монистич. взгляда на историю»): «Но у французских материалистов была та неоспоримая и незаменимая заслуга, что они мыслили последовательно с точки зрения современной им науки, а это все, чего можно и должно требовать от мыслителей» (чего, отнюдь, нельзя сказать о т. Деборине и его учениках).

Рассуждения т. Деборина напоминают рассуждения Ж. Б. Сэя, так метко высмеянные Плехановым. Сэй находил, что специалисты зря интересуются вопросом о том, чем определяется меновая стоимость. Гораздо важнее вопрос о том, чем она должна определяться согласно человеческой природе.

Если вместо человеческой природы поставить методологические законы диалектики, то мы получим точь в точь то же рассуждение. Не важно, достигла ли уже наука или не достигла тех или иных результатов. Важно, чего она должна была достигнуть с точки зрения т. Деборина.

В дальнейшем мы увидим, что по вопросу об электронной теории т.т. Деборин и Максимов занимают именно такую позицию.

Здесь же в качестве примера того подхода к науке, который наблюдается у этих т.т., приведем одну из излюбленных ими схем Гегеля.

Это—схема развития наук.

По Гегелю, наука проходит три фазы развития. Первая—качественная—заключается в констатировании качественных различий вещей и явлений. Затем наступает вторая фаза—

количественная, где стираются качественные различия, и наука всецело занята учетом количественных взаимоотношений между явлениями. Наконец, на сцену выступает третья и последняя—синтетическая фаза, в которой исчезают недостатки предыдущих двух, и сочетаются их достоинства. Наука от анализа (вторая фаза), ведущего к абстракции, подымается к синтезу (третья фаза) и в результате дает нам познание конкретной действительности, тем самым выполняя свою задачу.

Схема как-будто правильна. Науки действительно шли этим путем и развивались «по Гегелю». Но это—только схема! На деле же шествие наук по пути исторического развития не было равномерным, одни науки зарождались раньше, другие—позже; одни отставали, другие забегали вперед, взаимно переплетаясь в своем поступательном движении. В то время, как одни еще переживали младенческий период (первый фазис), другие достигли третьего этапа, вступили—на синтетический путь. Гегелевский мировой дух, конечно, может развиваться вне времени; но действительность не укладывается на Прокрустово ложе схемы. Можно и нужно говорить о синтетической физике и химии, но еще рано говорить о синтезе в биологии. Биология сейчас переживает переходный период от качественного к количественному этапу. Она только вступает во вторую фазу своего развития, и смешно требовать *сегодня* того, что лишь *завтра* станет в порядок дня биологии.

Однако, наши «методологи» рассуждают, примерно, следующим образом: «Со времени Гегеля известно, что высший этап науки, высшее познание действительности достигается синтетическим путем. Поэтому, ежели биологи желают познать действительность во всем ее многообразии, они должны применять синтез, а не только анализ. Однако, наши естественники—отъявленные «механисты»... Они не читают Гегеля, не знают его схем и поэтому не понимают своей собственной пользы. Злонамеренно уклоняясь от синтеза, они занимаются больше анализом... Необходимо выпрямить линию развития». Мы извиняемся перед т.т. за некоторую шаржированность, но ведь, по существу, они говорят именно так.

Вместо того, чтобы проанализировать историческое развитие биологии и ее теперешнее состояние и, уже исходя из

конкретной обстановки, наметить дальнейшие пути ее развития, наши «философы» ставят вопрос на голову, ставят вопрос «по Сэю»: «Чем должна заниматься биология, чтобы осуществить гегелевскую схему»? Получается саморазвитие мирового духа, который «выставляет одновременно и одну рядом с другой все заключающиеся в нем ступени развития», но не развитие объективной действительности, не развитие во времени. И это несмотря на то, что об историзме как раз эти т.т. очень много говорят...

В заключение напомним ту критику, которую Энгельс дал гегелевским схемам (в «Людв. Фейербахе»):

«Философия истории (Гегеля), подобно философии природы, состояла в том, что место действительной связи явлений, обнаруживаемой самими явлениями, занимала связь, измышленная философами; что на историю—и в ее целом, и в отдельных частях—смотрели, как на постепенное осуществление идей, разумеется, любимых идей каждого данного философа» (подчеркн. нами).

Случайность и необходимость.

Классики материализма достаточно полно разработали вопрос о случайности. Путаться и блуждать не приходится. У Маркса и Энгельса, у Плеханова и Ленина мы имеем на этот счет ясные и исчерпывающие определения. Становым хребтом максизма является решительный и последовательный детерминизм, проникающий собой воззрения на природу и общество. Развивающаяся действительность движется по присущим ей объективным законам. Кто отрицает эту необходимость, неизбежно скатывается на очень скользкую дорожку, оставляя лазейку для проникновения имманентной телеологии. Какую же роль в этом мире необходимости играет так называемая случайность? Эта «случайность» есть результат нашего неведения. Явления зачастую настолько сложны и перепутаны, что мы не в состоянии их полностью учесть. Это—с одной стороны. С другой эти «случайные» события нередко бывают настолько незначительны для нас, что мы не доискиваемся их причин; таким образом, в обоих случаях мы этих причин не познаем. Из сказанного следует, что случайность есть непознанная необходимость.

Однако, в последнее время раздалась проповедь других представлений о соотношении случайности и необходимости. Тов. Деборин в статье «Энгельс и диалектика в биологии», трактуя вопрос о роли случайности в биологии, выставил такое положение: «Изменения эти (речь идет о мелких индивидуальных отклонениях организмов) мы считаем случайными не только потому, что их причины нам неизвестны. Они случайны в более глубоком объективном смысле» (подчеркнуто нами).

Как это понять?... Что значит «случайность в более глубоком объективном смысле»? Объективная случайность? Случайность, как таковая? Т.-е. не мнимая, не кажущаяся случайность, а действительная случайность? Случайность, как нечто непознаваемое по самой своей природе? И что значит: не только потому, что мы не знаем ее причин? А почему же? Не потому ли опять, что этих причин у объективной случайности нет вовсе?

Не спасает положения и последующее заявление т. Деборина, что его случайность имеет причину. Во-первых, это положение явно противоречит предыдущему, во-вторых, фраза все-таки остается двусмысленной. Не всякое противоречие есть диалектика: бывают и такие, которые именуются путаницей.

Приведем несколько примеров того, как этот вопрос разрешается Энгельсом, Плехановым, Лениным...

В «Людвиге Фейербахе» Энгельс говорит: «Необходимость составляется из чистейших случайностей, а эти мнимые случайности представляют собой форму, за которой скрывается необходимость». Мнимая случайность, т. Деборин, а не объективная! То, что для Энгельса является лишь формой проявления необходимости, у Деборина превращается в объективно существующую случайность.

Еще ярче и полнее следующее заявление Энгельса в том же «Людвиге Фейербахе»: «В природе нигде нет сознанной, желанной цели: ни в бесчисленных кажущихся случайностях, видимых на поверхности, ни в окончательных результатах, показывающих, что среди этих случайностей явления совершаются сообразно общим законам. Наоборот, в истории общества действуют люди... ставящие себе определенные цели. Но, как ни

важно это различие для исторического исследования..., оно ни мало не изменяет того факта, что ход истории определяется общими законами. В самом деле, на поверхности явлений и в этой области, несмотря на сознанные и желанные цели людей, царствует кажущаяся случайность». И далее: «Желанное совершается лишь в редких случаях; по большей же части цели, поставленные себе людьми, приходят во взаимные столкновения и противоречия или оказываются недостижимыми... Действия имеют известную желанную цель, но результаты этих действий часто вовсе не желательны. Таким образом, кажется, что в общем случайность одинаково господствует и в исторической области. Но где на поверхности господствует случайность, там сама эта случайность всегда оказывается подчиненной внутренним скрытым законам. Все дело в том, чтобы открыть эти законы» («Людвиг Фейербах», гл. IV).

Мы видим, что для Энгельса существует «случайность» в кавычках, случайность кажущаяся. В природе так же, как и в обществе, нет случайности, как таковой. И хотя поставленные человеком цели по большей части не осуществляются, сталкиваясь со «случайностями», но эти кажущиеся «случайности», мешающие осуществлению наших целей, не что иное, как цели других людей, противоположные нашим.

Плеханов выражает эту мысль Энгельса следующим образом: «Случайность» есть нечто относительное («К вопросу о роли личн. в истор.»). Она является лишь в точке пересечения необходимых процессов. Появление европейцев в Америке было для жителей Мексики и Перу случайностью в том смысле, что не вытекало из общественного развития этих стран. Но не случайностью была страсть к мореплаванию, овладевшая западными европейцами в конце средних веков; не случайностью было то обстоятельство, что сила европейцев легко преодолела сопротивление туземцев; не случайны были и последствия завоевания Перу и Мексики европейцами; эти последствия определили, в конце-концов, равнодействующую двух сил: экономического положения завоеванных стран—с одной стороны и экономического положения завоевателей—с другой. А эти силы, как и их равнодействующая, вполне могут быть предметом научного исследования».

Последнего нельзя сказать об объективной случайности т. Деборина, которая научному исследованию никак не поддается.

В «Осн. вопр. марксизма» Плеханов говорит: «Случайностью было то, что именно корсиканец Наполеон оказался тем военным диктатором, появление которого стало неизбежно в истощенной войнами французской республике. Но, если бы не было Наполеона, его место занял бы другой. Это доказывается тем, что подходящий человек находился всякий раз, когда в нем была нужда. Цезарь, Август, Кромвель и т. д. И так со всеми другими случайностями или кажущимися случайностями в истории» (подчеркн. нами).

Итак, кажущаяся случайность.

Однако, этот пример может дать повод воскликнуть: «Следовательно, Плеханов признает, что вместо Наполеона мог быть другой человек. Следовательно, появление именно Наполеона является объективной случайностью». Чтобы разобраться в этом вопросе, разберем другой, аналогичный пример, приведенный Плехановым в «К вопр. о роли личности в истории». Полемизируя с Сент-Бевом по вопросу о случайности, Плеханов подробно останавливается на всех доводах Сент-Бева. Один из них таков, что, во-первых, если бы не влияние г-жи Помпадур на Людовика XV, семилетняя война не велась бы Францией в союзе с Австрией; во-вторых, терпела Франция поражения в этой войне из-за неспособности своих генералов, которым покровительствовала та же г-жа Помпадур. Сент-Бев далее утверждает, что этакие случайности, накопляясь в большом количестве, могут двинуть ход истории в противоположную сторону.

Плеханов показывает, что эти «случайности» вовсе не были случайностями. Наоборот, возможность появления г-жи Помпадур, наличие неспособных генералов во французской армии, возможность их защиты г-жей Помпадур, вопреки общественному мнению Франции,—все эти возможности коренились во всей экономической и политической ситуации страны. Это были общие причины, обусловившие ход развития тогдашней Франции. На ряду с ними проявляли свое действие и более мелкие, особые, даже индивидуальные причины. Однако, их сочетание никоим образом не могло бы заменить данного хода истории на противоположный. Вот как Плеханов говорит

об этом: «Сент-Бев думал, что при достаточном количестве мелких и темных причин—французская революция могла бы иметь противоположный исход. Это большая ошибка. В какие бы замысловатые сплетения ни соединились мелкие психологические и физиологические причины, они ни в каком случае не устранили бы великих общественных нужд, вызвавших французскую революцию» (подчеркн. нами).

«Рядом с общей причиной (развитие производительных сил) действуют особенные причины, т.-е. та историческая обстановка, при которой совершается развитие производит. сил у данного народа, и которая сама создана в последней инстанции развитием той же общей причины. Наконец, влияние особенных причин дополняется действием причин единичных, т.-е. личных особенностей общественных деятелей и других «случайностей», благодаря которым события получают, наконец, свою индивидуальную физиономию».

Итак, появление Наполеона или влияние г-жи Помпадур и аналогичные случайности, влиявшие на индивидуальную физиономию, но не на общий ход данного исторического события, Плеханов объявляет «случайностями» в кавычках и появление их объясняет индивидуальными причинами, а роль их и значение все же подчиняет общей причине, так как лишь ею определяются возможность и сфера их действия, степень их влияния. Ни о какой объективной случайности здесь нет и речи.

Свои неправильные положения т. Деборин топит в огромнейшем количестве цитат, призывая на подмогу Планка, Бореля, К. А. Тимирязева, Энгельса, Гегеля и многих других. Однако, эти цитаты плохо прикрывают тов. Деборина. Не только Энгельс, но и Борель, Планк и Гегель отрицают объективность случайности.

Так, Планк говорит: «В самой точной из наук—физике часто приходится оперировать с явлениями, закономерная связь между которыми пока (подчеркнуто нами) совершенно невыяснена, так что их несомненно приходится считать случайностями в самом определенном смысле слова». Даже буржуазный профессор Планк вынужден сказать, что явления потому случайны, что закономерная связь их пока еще не выяснена.

Борель говорит, что в игре в карты или кости господствует случайность лишь потому, что невозможно точно проанализировать движения руки, тасующей колоду или бросающей кость. Следовательно, Борель признает, что случайность проявляется именно потому, что мы не можем познать причин явления.

Энгельс писал: «Именно незаметные, случайные различия индивидов внутри отдельных видов, различия, которые могут усиливаться до изменения самого характера вида, ближайшие причины которых можно указать лишь в самых редких случаях, именно они заставляют его (Дарвина) усомниться в прежней основе всякой закономерности в биологии (подчеркн. нами). Мы видим, что Энгельс называет случайными такие изменения, даже ближайшие причины которых мы можем указать в самых редких случаях. Стало-быть, случайность, по Энгельсу,—это выражение нашего неведения причин, но не объективного отсутствия последних. Деборин выбрал себе плохих свидетелей. И Планк, и Борель, и Энгельс бьют в одну точку: объективной случайности в природе не существует.

Гегель говорит: «Справедливо, что наука и в особенности философия имеет своим предметом узнать необходимость, скрытую за кажущейся случайностью. Но не должно себе представлять, что случайность есть только продукт субъективной мысли (подчеркн. нами), и что необходимо отвергать ее, чтобы достигнуть истины».

Гегель, как видим, тоже говорит о кажущейся случайности. Однако, последующая более смутная фраза: «не надо себе представлять, что случайность есть лишь продукт субъективной мысли,» повидимому, и подала Деборину повод к утверждению объективной случайности, в полном противоречии с основоположниками марксизма. Нигде у них не встречается даже слово «случайность» без кавычек или без особой на этот счет оговорки. Между тем как т. Деборин почти всюду употребляет слово случайность без кавычек, т.-е., повидимому, понимает ее в прямом, а не переносном смысле слова.

Напрасно также Деборин приводит цитату из Ленина. В ней говорится совсем о другом. Ленин говорит, что в нашей

действительности есть ряд причин, которые могут повернуть наше развитие в две стороны. Крестьянская масса может пойти с рабочим классом и сохранить союз с ним, может дать новой буржуазии разъединить себя с рабочими. И так как одной из составных частей в совокупности причин являются сам рабочий класс и компартия, то Ленин и призывает нас сделать все зависящее, чтобы развитие пошло по первому пути. Где же здесь случайность, да еще объективная? И в том и в другом случае перед нами причинная обусловленность.

Эта цитата Ленина говорит лишь о том, что наша марксистская причинность и необходимость не есть фатализм. Что из господства в природе и обществе детерминизма нельзя делать вывод, будто нам надо сидеть сложа руки и ждать, пока необходимое совершится. Что причинность не есть предустановленность и в этом смысле не совпадает с одной единственной необходимостью, хотя всякая необходимость причинно обусловлена. Где же тут роль случайности? Или человеческая деятельность, наша классовая политика есть объективная случайность? А если этой случайности нет, то остается неясным, к чему приведена цитата.

Насчет же случайности у Ленина имеются весьма недвусмысленные заявления. В «Эмпириокритицизме» он пишет, что марксисты всегда стояли на точке зрения безоговорочного признания объективной закономерности, причинности и необходимости. В качестве же примера идеалистического определения причинности Ленин приводит определение Авенариуса: «Необходимость остается, как степень вероятности ожидания последствий».

Это есть та необходимость, относительная необходимость, при которой некоторая степень вероятности остается на долю случая, т.-е. некоторая часть явлений изъята из области господства необходимости. Это есть та необходимость, которая будто бы вытекает из статистических законов. На самом деле статистика ничего подобного не доказывает... Но к этому вопросу мы еще вернемся несколько позднее.

В статье т. Деборина: «Энгельс и диалектика в биологии» мы встречаемся еще с некоторыми столь же двусмысленными формулировками, в роде: «Случайное — только относительно

необходимое»[1]). «Осуществленная возможность есть случайность»[2]). «Совокупность случайностей сама создает определенную необходимость, необходимость же вызывает ряд случайностей»[3]).

Они не четки, неясны, сбивчивы...

Действительно, как прикажете уразуметь: «Случайность есть относительная необходимость»? Когда Плеханов говорит, что случайность сама есть нечто относительное,—тогда это ясно, ибо показывает отношение Плеханова к тому, что на обывательском языке называется случайностью. Относительная случайность, но не относительная необходимость. Никакой относительной необходимости, необходимости второго сорта марксизм не знает. Эту фразу можно понять лишь с точки зрения необходимости, как «степени вероятности», т.-е. с точки зрения идеалистического понимания необходимости и случайности. Тогда, действительно, необходимость есть нечто относительное. Или другое положение, что совокупность случайностей сама создает определенную необходимость. Если эти случайности объективны, или беспричинны, то они могут создать такую же объективную случайность, но не необходимость. Если же они имеют причину, то, по авторитетному разъяснению Плеханова Сент-Беву, приведенному выше, этакие «случайности» сами по себе никак не могут создать необходимости, т.-е. индивидуального события. Последнее создается совокупностью не одних только «случайностей», но совместным действием, главным образом, общих, затем особенных и индивидуальных причин. Опять, это заявление Деборина более или менее понятно лишь с точки зрения идеалистически понимаемой статистической закономерности. Тогда, действительно, наблюдая царящие в мире «объективные случайности», удивленный ученый натыкается на необходимость.

Наконец, и положение: «осуществленная возможность есть случайность» по тем же соображениям неправильно. Ибо осуществленная возможность, как мы показали, является вовсе не результатом действия «совокупности случайностей».

---

[1]) «Под Знам. Маркс.», 1—2, стр. 82.

[2]) Ibidem.

[3]) Ibidem.

Все эти, будто бы глубокомысленные, будто бы диалектические, положения мы можем признать не чем иным, как гимнастикой чистого мышления, пустой игрой в «диалектику», схоластическими изощрениями, в которые автор не вложил никакого конкретного содержания. Мы думаем, что, если бы он попытался это сделать, по примеру всех марксистов, он и сам обнаружил бы их непригодность, так как в них не уложилось бы ни одно действительное явление, ни природное, ни общественное.

Ранее мы привели мнение Ленина о тех, кто определяет необходимость, как степень вероятности ожидания последствий. Нам кажется, что подобная степень вероятности очень улыбается т. Деборину. Недаром он так сочувственно цитирует Планка, Бореля и восхваляет статистическую закономерность, ни одним словом не обмолвившись о том употреблении, которое из нее делают реакционеры. Недаром перечисленные выше неясные формулировки его по вопросу о случайности и необходимости поддаются объяснению с точки зрения «степени вероятности».

Уже Плеханов указал, что духовным оружием, употребляемым в борьбе с социализмом, служит теперь более или менее удачно насилуемая статистика. Действительно, большинство новейших философов из буржуазного лагеря—Вундт, Зигварт и мн. др.—именно этим и занимаются.

В чем же состоит эта так называемая «статистическая закономерность»? Статистика дает нам возможность путем очень большого числа наблюдений отрешиться от так называемых случайностей и наметить объективно существующие в природе «законы больших чисел». По существу статистика лишь подтверждает детерминизм. Действительно, с точки зрения детерминизма, в природе и обществе господствует причинная зависимость явлений, которая может быть выражена определенными закономерностями. Иногда эта причинная связь легко уловима, но во многих случаях она вскрывается лишь с большим трудом. Особенно в общественных явлениях сплетается такое огромное количество причин, детерминирующих данное явление, что все эти причины исследованию поддаются с трудом. Еще труднее определить их удельный вес в историческом процессе. Закономерность

сопровождается столькими отклонениями, что ее трудно, а подчас и невозможно из них вышелушить. Это обстоятельство дало повод всем буржуазным философам отрицать наличие необходимости и закономерности в общественных явлениях. Сила и роль статистики в том и заключается, что она дает нам в руки орудие для познания этой общественной, во многих случаях и природной закономерности, при чем эта закономерность не точная, а лишь наиболее вероятная, так как характеризует среднюю линию процесса. Это орудие — исследование большого количества явлений, подчиняющихся одной и той же закономерности. Если при изучении отдельных явлений так называемые случайные отклонения резко выражены и маскируют закономерность, то при анализе большого количества явлений эта закономерность делается совершенно ясной, видимой, осязаемой.

Отклонения и исключения, конечно, не были случайными, они имели свои причины. Но эти причины менялись, и потому отклонения колебались то в одну, то в другую сторону. При рассмотрении большого числа явлений отклонения, как противоположно направленные, взаимно уничтожались, причина же, вызвавшая основную изучаемую закономерность, оставалась все время одна и та же, действовала в одном и том же направлении, и ее действие не могло уничтожиться. С помощью статистики можно точно установить, например, количество самоубийств в стране и показать связь этого «проявления свободной воли» с экономикой страны, а, следовательно, зависимость от нее. Мы можем установить общую смертность и опять-таки связать ее с экономическим состоянием разных слоев населения и т. д. и т. п.

Статистика разрушает басни об отсутствии закономерности в общественных явлениях, опровергает учение о свободе воли. Это ее значение великолепно понимает такой статистик, как Эд. Мейер, ставший обеими ногами на почву детерминизма. Однако, объективная роль статистики очень не по душе идеологам буржуазии. Ведь если в общественной жизни существуют законы, то, пожалуй, окажется прав ненавистный марксизм, вскрывший их и показавший, что они ведут к гибели капиталистическое общество. Вот почему идеологи буржуазии стараются

«обезвредить» статистические законы, вот почему вопросы статистики стали в порядок дня буржуазной философии.

Как же Зигварт, Вундт и др. изображают статистические законы? Процент соблюдения закономерности,—толкуют они,—показывает степень влияния причины, процент же отклонений—степень влияния случайностей. Отклонения они объявляют происходящими от «объективной случайности». Им удается «и капитал приобрести и невинность соблюсти». С одной стороны—наличие закономерности признается, научную работу можно вести; с другой — некий процент остается для царства случайностей, и в этом царстве случайностей благополучно умещаются свобода воли, имманентная телеология и прочие идеологические аксессуары (принадлежности) буржуазии, необходимые ей для психологического порабощения рабочего класса.

Этот маленький экскурс в область современной буржуазной философии был необходим, чтобы показать, куда ведет, «куда растет» деборинское признание объективной случайности, произведенное, как мы не сомневаемся, из самых благих побуждений. «Очень характерно,—пишет тов. Бухарин,—то обстоятельство, что учение о случайности, которое признает всерьез случайность, прямехонько приводит к вере в сверхъестественное, к вере в бога... С упадком буржуазии, с ее разложением, учение о случайности начало вновь распространяться».

Необходимо заранее отвести от себя неизбежное со стороны Деборина обвинение в фатализме. Отрицание объективной случайности, отождествление причинности с закономерностью,—скажет он, или кто-нибудь из его сторонников, — приводит к фатализму.

Мотив этот не нов. Уже Плеханов указывал, что «противники марксизма сначала припишут марксистам утопический взгляд на законосообразность общественных явлений, а там побивают этот взгляд с более или менее сомнительным успехом. Настоящая борьба с ветряными мельницами». Плеханов же дал такую исчерпывающую, такую убийственную характеристику фатализма французских материалистов—с одной стороны, и идеалистов—с другой, что после него прибавить к этой характеристике нечего. Фатализм французских материалистов происходил

оттого, что для них не существовало развития природы. Все появляется в готовом виде, и, следовательно, все причины, производящие определенные последствия, должны были быть налицо с самого начала, тем самым предопределяя и все последствия. Идеалисты же, признавая свободную, ничем не детерминированную волю человека, должны были придти к фатализму, так как не могли ни предвидеть, ни разумно направить человеческую деятельность. А раз нельзя предвидеть результатов человеческой деятельности, то совершенно бесцельно предпринимать какие бы то ни было действия.

Плеханов же дал не только полемическое, но и положительное понимание причинности, необходимости и так наз. случайности, исключающее объективную случайность и вместе с тем не впадающее в фатализм, которое мы частично привели выше. Однако, в виду важности вопроса, не мешает остановиться на нем несколько подробнее.

Обычно, критики марксизма признают причинную необходимость в явлениях природы, но не допускают ее в общественных явлениях. Так, Штаммлер говорит, что если бы общественное развитие совершалось исключительно в силу причинной необходимости, то было бы явной бессмыслицей всякое сознательное стремление содействовать ему. Ибо если для осуществления данного явления нужна моя деятельность, то ведь я могу поступить иначе, и тогда явление не наступит, т.-е. оно не необходимо. Если же оно необходимо само по себе, то нет смысла содействовать этакой необходимости. Плеханов («Осн. вопр. маркс.») вразумительно объясняет Штаммлеру, что, во-первых, одним из факторов общественной жизни является человеческая деятельность, следовательно, общественные явления не могут быть необходимы сами по себе, без нашего участия, подобно явлениям природы. Мы обязательно должны «содействовать» проявлению этой общественной необходимости. Но, с другой стороны, сама наша деятельность определяется не «случайностями», не свободной волей, а той же объективной действительностью. Сама наша деятельность есть деятельность необходимая. Стремления людей—только следствия этой необходимости, и поэтому нельзя противопоставлять их друг другу. Надо лишь помнить, что человеческая деятельность есть одно

из звеньев в той цепи причин, совокупность которых дает необходимый результат. А последнее возможно только для диалектического материализма, так как только он смотрит на человека, как на часть природы, подчиненную ее законам, но также способную понять, познать эти законы и благодаря этому активно на них воздействовать, направить их в желаемое русло.

Итак, поскольку мы признаем материю постоянно изменяющейся, постоянно развивающейся, постольку отпадает фаталистическая предначертанность. А раз человеческая воля хотя и детерминирована, но активна, а не пассивна, то фатализм изгоняется и из человеческой практики. Наконец, поскольку «случайности» не объективны, а причинно обусловлены, они не разрушают ни в коей мере наших представлений о причинности и закономерности, царящих в природе и обществе.

Философия и естествознание.

В начале нашей статьи мы указали, что уклоны в марксистской философии характеризуются различным пониманием, точнее —различным непониманием задач философии, в частности, в отношении естествознания. Если одни товарищи отрицают за ней всякое право на существование, то другие берут философию не в конкретной связи с действительностью, а отвлеченно. Мы не претендуем исчерпать здесь вопрос о задачах философии. Эта проблема требует самостоятельной разработки специалиста-философа. Мы только хотим показать, к каким грубым ошибкам и заблуждениям в области естествознания приводит неправильное понимание этих задач.

Энгельс в «Анти-Дюринге» сказал, что отныне задачи философии, как самостоятельной науки, сводятся к формальной логике и диалектике, как учению о мышлении,—это во-первых. Во-вторых, материалистическая диалектика должна быть основой мировоззрения (но не полным мировоззрением!), ибо, не усвоивши ее, нельзя правильно подойти к изучению действительности. Маркс в «Капитале» показал, к каким плодотворным результатам можно придти при изучении общества, применяя материалистическую диалектику. Энгельс в своих заметках также сумел показать, что и природу можно понять глубоко, лишь вооружившись предварительно диалектическим материализмом.

Энгельс не закончил своей работы, его попытка осталась одинокой. До сего времени буржуазные ученые третируют диалектический материализм, оставаясь на почве вульгарного материализма, отрицающего диалектику, отходя от материализма к идеализму и фидеизму. В лучшем случае естественники стихийно переходят на диалектико-материалистическую точку зрения в своей исследовательской работе, но со стихией далеко не уйдешь. Перед марксистами-естественниками стоит огромная историческая задача—внести в естествознание *сознательное* применение материалистической диалектики.

Иные думают, что это осуществится так, что марксисты-философы будут разрабатывать методологические вопросы, а естественники будут брать их указания и руководиться ими в своей практической работе. Нам думается, что для этого философы должны основательно изучить естествознание, по крайней мере те его области, с которыми они хотят ближе соприкоснуться. Естественники-практики должны глубоко изучить философию диалектического материализма. Только тогда мы получим не эклектику, не мешанину, а органическое сращивание марксистской философии с естествознанием; только тогда между естественниками и философами установится общий язык, а это—первое условие для совместной работы. Иначе философия останется оторванной от практической действительности догмой и не сможет помочь естествознанию, а будет только путаться у него в ногах. *Естествознание же тоже не получит той помощи со стороны философии диалектического материализма, которой оно вправе ожидать. К сожалению, пока что мы не имеем этого общего языка, мы не имеем взаимного понимания.*

За доказательствами ходить недалеко.

В наших журналах много говорится о вульгаризации науки, о черезчур упрощенном толковании естественно-научных фактов. Но, к сожалению, критикующие (с частью их критики мы вполне согласны), по пословице, видят сучок в глазу противника, но не замечают в собственном глазу очень толстого бревна, и на это-то бревно мы и хотим им указать,

Восприняв диалектический материализм, как застывшую схему, наши философы столкнулись с достижениями науки,

с новыми фактами, которые кое в чем противоречат этим схемам. Вместо того, чтобы добросовестно проанализировать эти упрямые факты, выяснить, где противоречие, не является ли оно только кажущимся, они предпочитают отделаться заявлением, что философ имеет право усомниться в выводах естествознания, что философии не приличествует вешаться на шею каждой научной гипотезе. Что и говорить! Не только философ, но и простой смертный имеет право не принимать на веру ни одной научной гипотезы. Но ведь одно дело—гипотеза, и совсем другое—факты! Не лучше ли прежде, чем самоуверенно рассуждать об этих фактах, основательно изучить их, как это сделал Ильич, работая над своим «Эмпириокритицизмом»?

Каковы же факты современной науки, которые, по мнению наших философов, противоречат диалектическому материализму. Один из них—электронная теория; другой—соотношение неорганической и органической материи.

Электронная теория не нравится нашим философам, потому что показывает, что качественно различные элементы можно разложить на простейшие частицы—протоны и электроны; она устанавливает, что качественно различные химические элементы отличаются друг от друга только количеством электронов и протонов. Надо сказать, что электроны отнюдь не гипотетичны. Их удалось видеть, заставляя сгущаться вокруг них водяные пары. Их размеры, массу, орбиту, скорость движения и другие важные качества удалось определить с огромной точностью, измеряя отклонения электронных потоков в электромагнитных полях. Выяснено, что электроны обладают определенным и одинаковым электрическим зарядом; их удалось выбить из атомов некоторых химических элементов и превратить эти атомы в другие. Строение атома водорода, соответствующее электронной теории, экспериментально доказано. Лишь с помощью электронной теории удалось объяснить все свойства, все поведение водородного атома. Конечно, в электронной теории сделаны лишь первые шаги, но ясно слепым, что физика и химия напали на верный путь, открыли глубочайшую тайну природы. Интересно, как Ленин расценивал электронную теорию двадцать лет назад, когда о ней появились

лишь первые сообщения. «Когда физики говорят: «материя исчезла», они хотят этим сказать, что до сих пор естествознание приводило все свои исследования физического мира к трем последним понятиям—материя, электричество, эфир. Теперь же остаются только два последние, ибо материю удается свести к электричеству, атом удается объяснить, как подобие бесконечно малой солнечной системы, внутри которой вокруг положительного электрона двигаются с определенной скоростью отрицательные электроны. Вместо десятков элементов удается, следовательно, свести физический мир к двум или трем» (В. И. подразумевает электроны, протоны и эфир). «Естествознание ведет, следовательно, к единству материи» (подчеркнуто нами).

Там же мы читаем: «Как ни диковинно, с точки зрения здравого смысла, превращение невесомого эфира в весомую материю и обратно, как ни странно отсутствие у электрона всякой иной массы, кроме электромагнитной, как ни необычно ограничение механических законов движения одной только областью природы и подчинение их более глубоким законам электромагнитных явлений и т. д.,— все это—только лишнее подтверждение (подчеркнуто Лениным) диалектического материализма» [2]).

Как видим, Ленин не только считался с электронной теорией, как с фактом; он не только думал, что она не противоречит духу марксизма, но, наоборот, видел в ней подтверждение диалектического материализма, и именно потому, что, она ведет к единству материи. Он приветствует ее, несмотря на то, что согласен с Реем в его оценке электронной теории, как теории механической. «Механическая (т.-е. материалистическая) эта теория потому, что употребляет материальные элементы; ...что если механика была снимком движений медленных, то она является снимком движений быстрых; что механические явления являются здесь особым случаем физических, и, главное, что взгляд на физику, на ее метод, теории и отношения их к опыту остается абсолютно тождественным (подчеркнуто Лениным) со взглядами механизма

[1]) «Эмпириокритицизм». Полн. собр. соч., т. X, стр. 217—218.

[2]) Стр. 219.

(подчеркнуто нами) с теорией физики, начиная с эпохи возрождения»[1]).

Мы настоятельно рекомендуем всем критикам и скептикам в отношении электронной теории прочитать «Эмпириокритицизм», где Ленин проводит ту идею, что электронная теория является материалистической реакцией против энергетиков.

Товарищи философы тоже не могли не заметить, что электронная теория является той базой, на которой наши марксисты-естественники строят свои механические теории. И, будучи ярыми врагами этих теорий, они решили в корне изничтожить самое электронную теорию во имя сохранения качественного своеобразия химических и физических явлений, которые будто бы электронная теория аннулирует. Они объявили, что с марксизмом несовместимо представление о том, что материя состоит из мельчайших частиц. Деборин выразил эту мысль вскользь: «Для Энгельса неприемлемо предположение, что вся материя состоит из мельчайших тождественных частиц. Современное естествознание,— внушительно заявляет тов. Деборин,—еще не решило этот вопрос в положительном смысле(!). Наконец, путь, по которому движется наука, не есть единственно правильный»(?). Можно только удивляться, из каких источников тов. Деборин почерпнул такие сведения об электронной теории и ее достоверности.

Тов. Максимов, в №№ 1—2 «Под Знаменем Марксизма», логически развивает мысль Деборина и пытается ее обосновать. Так, на стр. 208 мы читаем: «Для того, чтобы уметь объяснить появление новых качеств, необходимо привлечь теорию диалектики с ее скачками, развитием путем противоположностей, единством противоположностей и т. д. Эти элементы теории диалектики никак не могут быть согласованы с утверждением, что вся материя состоит из тождественных мельчайших частиц, а именно из положительных—ядер и отрицательных—электронов» (подчеркнуто нами).

Мы видим, что тов. Максимов говорит диаметрально противоположное тому, что говорил Ленин. Мнение Ленина, что

[1]) Стр. 222.

электронная теория—лучшее подтверждение диалектического материализма, для Максимова не существует, он считает во̀зможным утверждать прямо обратное. Меж тем, казалось бы, именно потому, что мы имеем тождественные материальные частицы, нам необходимо диалектическое движение, чтобы объяснить появление из этих частиц новых качеств. Именно поэтому без скачков, без превращений количества в качество и обратно физике теперь никак не обойтись. Доказательство тов. Максимова страдает отсутствием элементарной логики Он, видимо, забыл, что диалектика не исключает, а включает формальную логику...

Дальше тов. Максимова берет сомнение: «Можно ли все формы материи, т.-е. всю сложность конкретного мира, изобразить, как чисто количественные изменения этих элементов (т.-е. электронов и атомных ядер)»[2])? Он думает, что нет, так как, хотя мы эти электроны и ядра получили в результате разложения материи, но тем самым мы нарушили связи между ними, и мы навряд ли так просто сможем их опять воссоздать, да еще чисто механическим путем. Во-первых, ни один физик или химик не давал обета при обратном синтезе материи из электронов и протонов применять чисто механические методы, наоборот, синтезу представляются богатые пути и возможности. Так что не сто̀ит тов. Максимову на этот счет особенно беспокоиться. Во-вторых, откуда такое безверие, такой скептицизм? Разве не можем мы «восстановить все связи и первоначальные качества» хотя бы той же воды после того, как мы их предварительно разрушили, разложив воду на элементы? Разве не можем мы сделать еще множество подобных вещей? Тов. Максимов брюзгливо рассуждает о том, что еще мало сделано, мало разработано, все это еще в будущем, многие отделы физики полны эмпирических формул и т. д. и т. д. Откуда этот пессимизм, как две капли воды, похожий на научный консерватизм? Что касается эфира, то, конечно, его участие в строении материи обязательно, и здесь мы пока очень мало знаем. Но разве из этого следует, что надо беспомощно

---

[1]) «Под Знаменем Марксизма», 1925 г., № 11, стр. 26.
[2]) «Под Знаменем Марксизма», № 1—2, стр. 205.

опустить руки и преклониться перед великими синтетическими способностями природы, как это делает Максимов на 203 стр.? Ни в коем случае! Не знаем,—но узнаем! Не можем,—но сможем! Таков ответ современной физики и химии и вместе с тем революционного марксизма.

Последний и столь же глубокомысленный довод—это, что электроны (и атомы) бескачественны, и естественники «представляют себе действительность, как призрачный и тощий мир абстрактных атомов и молекул». Физик Максимов говорит вопиющую неправду. Нам известны такие качества электронов, как их масса, размер, скорость, заряд, траектория... Это уже не есть голая абстракция. Что же касается ламентаций о бедности и бескрасочности нашего мира, то, право, эта песня надоела, потому что уже несколько сот лет идеалисты беспрерывно упрекают в этой самой бескрасочности материалистов. Так, Виндельбанд гораздо талантливее и лучше т. Максимова повторил эти упреки материалистическому мировоззрению в своих «Прелюдиях». Но, как известно, этих грубых, толстокожих материалистов до сих пор такими доводами пронять не удалось. Не удастся это и тов. Максимову...

Итак, сначала электроны объявляются голыми абстракциями, и затем естественников упрекают в том, что они хотят воссоздать мир из голого количества, что есть, по заявлению тов. Максимова, ч и с т е й ш и й п и ф а г о р е и з м(!?). Чтобы читатель не подумал, что мы шутим, процитируем тов. Максимова: «Раз абстрактное представление материи получило для механистов реальное существование в лице «первоосновы», и эта первооснова чисто количественным путем должна образовать все вещи, весь конкретный мир, то, действительно, между механической точкой зрения и точкой зрения школы так называемых пифагорейцев не оказывается принципиальной разницы» [1]). Да позвольте, что такое пифагорейцы? спрашивает огорошенный читатель. Тов. Максимов тут же отвечает: «Числовая теория пифагорейцев видит свою задачу в том, чтобы определить постоянные отношения мировой жизни в числовой фиксации. Поэтому они говорят: все—число, и понимают под этим,

[1]) Там же, стр. 210.

что числа представляют из себя определяющую сущность всех вещей. А так как те же самые абстрактные числа и числовые отношения встречаются во многих различных вещах и процессах, то они говорят также: числа—это первоначальные образы, которым вещи подражают»[1]) (подчеркнуто нами).

Нет, положительно, заявление тов. Максимова мы приняли сначала за неудачную шутку. Человек сам же говорит, что для пифагорейцев число—определяющая сущность мира, что число—это первоначальный образ, которому подражают вещи; сам же говорит, что механический материализм в основу бытия кладет материальные сущности—электроны и эфир, при чем числа только выражают объективные соотношения этой бесконечной материи, и тут же он сам эти два прямо противоположные, диаметрально противостоящие учения отождествляет. Но нет, оказывается, он не шутит, он это всерьез. Он продолжает рассуждать о том, какие еще течения среди естествоиспытателей можно причислить к пифагореизму, и в их числе оказывается Эйнштейн. Таким образом, в одну кучу пифагорейцев оказались сваленными и материалисты, в основу своего мировоззрения кладущие механику эфира, и Эйнштейн, отрицающий этот самый эфир и строящий прямо противоположную, действительно числовую, идеалистическую картину мира. Максимовские рассуждения невозможно охарактеризовать мягче, чем рекорд непроходимой путаницы. И «Под Знаменем Марксизма» печатает этот несусветный вздор, не сопровождая его ни единым редакционным примечанием.

Пора кончать насчет электронной теории. Из сказанного, надеемся, читатель уяснил себе две вещи: 1) товарищи философы не любят электронную теорию и всячески стараются ее опорочить; и 2) что это им ни в коей мере не удалось по той простой причине, что нехватило силенок...

Перейдем теперь ко второму и не менее наболевшему для естественников вопросу—о виталистическом уклоне Деборина и его сторонников. Зря или нет, Деборина и иже с ним окрестили советскими виталистами, или это сплошной поклеп, сплошной

---

[1]) Цитата взята из Виндельбанда.

вымысел? Увы, это не вымысел, факты есть, а что написано пером, того, как известно, не вырубишь топором. Другой вопрос: сознательный ли это витализм? Конечно, нет. Наши философы, как в темном лесу, заблудились в незнакомой им области биологии, наговорили ляпсусов и теперь не желают от них отказываться.

Очень много споров на страницах нашей печати было посвящено вопросу о том, может ли быть явление жизни сведено к физико-химическим явлениям? Тов. Степанова и его единомышленников упрекали в упрощенстве, вульгарности, непонимании качественного своеобразия жизненных процессов и т. д. и т. п. В течение целого года писали и говорили о том, что жизнь не сводима к физике и химии, что Степанов смазывает специфичность жизненного процесса и т. д. и т. п. В последнее время произошел разительный метаморфоз, и мы узнаем совсем неожиданные для себя вещи. «Сам» тов. Деборин в статье «Энгельс и диалектика в биологии» пишет совсем в роде того, как «вульгарный механист».

«Сложные органические формы приводят нас прежде всего к неорганизованному, бесформенному белковому комочку, как к исходному пункту эволюции организмов. Белковый же комочек, в свою очередь, приводит через целый ряд превращений и скачков к неорганическому миру» [1]), т.-е. к физике и химии, прибавим мы от себя.

«Проблема превращения неживого вещества в живое—одна из интереснейших проблем, ибо здесь совершаются реально диалектические переходы, завязывание узловых линий, систематические процессы, имеющие такое же, если не большее, значение, как и «развязывание узлов», разрушение их путем анализа и уничтожение граней между разными формами движения»[2]).

«Чрезвычайно интересны опыты... над созданием искусственных клеток. Как бы там ни было (с вопросом о синтезе живого и неживого), наука, повидимому, на верном пути, и можно думать, что проблема естественного происхождения жизни в недалеком будущем будет разрешена» [3]).

---

[1]) «Под Знам. Маркс.», № 3, стр. 28.

[2]) Там же, стр. 6.

[3]) Там же, стр. 21.

Деборин в полном согласии с тов. Степановым заявляет, что белковый комочек можно свести к неорганической материи; что синтез живого из неживого, т.-е. сведение жизни к физико-химическим процессам, будет, и даже скоро, осуществлен. Наконец, он не против развязывания узловых линий, он признает это занятие даже полезным, не столь, правда, как синтез, как завязывание узла. Но ведь без предварительного анализа не может быть синтеза, и поэтому совершенно прав был Степанов, налегая на анализ и «развязывание».

Прекрасно, превосходно, этим цитатам можно только порадоваться. Можно было бы, правда, указать, что в таком случае не за что было вешать собак на Степанова и всех естественников, которые ведь ничего, кроме этого, и не говорили, а сказали они это раньше т. Деборина и лучше его. В первых же полемических статьях никто и не думал отрицать, что жизнь есть новое качество, сопровождающееся узлами, скачками и пр.

Итак, тов. Деборин свое красное яичко преподнес не ко христову дню, не тогда, когда закипела дискуссия вокруг степановской книжки, а на добрый год позже. Но не в этом дело, никто не хочет сводить счетов, а дело в том, что эти правильные положения превосходно уживаются у тов. Деборина и других с отъявленным витализмом и, следовательно, лишь прикрывают последний.

Так, тов. Агол в том же номере «Под Знаменем Марксизма» пишет: «Вообще нужно сказать, что о непосредственном (подчеркнуто автором) сведении жизни к физике и химии не может быть и речи» [1]). Что сей сон значит? Непосредственно синтезировать сколько-нибудь сложный организм, например, лягушку, даже синтезировать амебу не собирается никто. Синтез жизни мыслится, как синтез органической материи в наипростейшем ее состоянии, но со всеми основными жизненными функциями. Тов. Деборин тоже заявляет, что такой синтез возможен. Но ведь такой синтез—о ужас!—и будет не чем иным, как «непосредственным сведением жизни к физике и химии».

---

[1]) Стр. 144.

У самого Деборина мы находим такие утверждения: «Теория эволюции неизбежно приводит нас к комочку протоплазмы, как первоначальной единице, из которой произошло все богатство жизненных форм, и которая, раз образовавшись, заключает в себе ряд органических форм»[1] (подчеркнуто нами). «Диалектически вполне возможен белковый комочек, заключающий в себе в зародыше весь бесконечный ряд высших организмов»[2]). Перед нами чистейший витализм. В белковом комочке уже заключен весь бесконечный ряд высших организмов. В микроскопическом виде, что ли? Но где же тогда теория развития, и к чему диалектические переходы и скачки, если эти высшие организмы уже имеются, хотя бы в зародыше, в первичной протоплазме?

Ведь если в зародыше уже заключен весь высший ряд организмов, то это—чисто метафизическое понимание развития, про которое Плеханов сказал, что оно ровно ничего не объясняет, так как предполагает существование тех самых явлений, которые должно объяснить»

Очевидно, предвидя недоуменные вопросы, Деборин приводит в подкрепление цитату из Энгельса: «Диалектически это вполне возможно, ибо подобно тому, как в спинной струне заключается позвоночный столб, так в первовозникшем белковом комочке заключается в зародыше в себе весь бесконечный ряд высших организмов». Читатель, вероятно, уже заметил, что Деборин опустил запятые и кавычки при «в себе», что совершенно меняет смысл фразы Энгельса. Когда Энгельс говорит: «заключает в зародыше», «в себе», и проводит аналогию со спинной струной низших организмов, являющейся прообразом позвоночного столба высших, он хочет сказать совсем другое. Его «в себе» означает лишь то, что высшие организмы развиваются из комочка протоплазмы не благодаря вовне стоящим силам (напр., по воле божией), а благодаря имманентно присущим, природе протоплазмы свойственным силам, которые при дальнейшем ее развитии в определенной среде и создают высшие организмы и функции вплоть до мышления. Если же

[1]) «Под Знам. Маркс.», № 3, стр. 24.
[2]) Стр. 22.

употреблять «в себе» без кавычек, то смысл фразы совершенно меняется и из материалистического становится виталистическим.

Разберем еще одну грубейшую методологическую ошибку тов. Деборина, может быть, самую грубую. Рассуждая о понятии вида, он цитирует Дицгена, солидаризируясь с его словами: «Со времени Дарвина мы узнали, что не только отдельные экземпляры, но и животное вообще является живым существом» [1]). От себя Деборин добавляет: «То же самое мы можем сказать относительно Маркса, который впервые показал, что общественный класс существует, движется и изменяется, переживает историю, рождается, борется и умирает; что общественный класс, словом, не отвлеченное понятие, а живое коллективное существо» (подчеркнуто нами). Это заявление тов. Деборина заключает в себе возврат к средневековой схоластике, к реализму понятий. Схоластики считали, что родовые понятия вещей существуют реально, как коллективные собирательные личности. Существуют животное вообще, лошадь вообще, человек вообще. И вот возврат к таким-то представлениям предлагает нам тов. Деборин.

Каждому комсомольцу, прошедшему школу политграмоты, известно, что класс—это общественное отношение между людьми (определение Маркса), в реальности которого (отношения) никто никогда не сомневался. Однако, никому не приходило в голову, что класс живет, как коллективное существо. Так же мало известно науке о «животном вообще». Или более раннее определение Маркса («Нищета философии», ч. 2): «Экономические категории представляют собою лишь теоретические отвлеченные выражения общественных отношений производства». Опять-таки определение, очень далекое от деборинского. Однако, никому не придет в голову упрекать Маркса в отрицании реальности этих самых экономических категорий.

Можно было бы думать, что здесь неудачное выражение тов. Деборина, стилистическая неточность, которую легко можно исправить. Но нет, в своей речи в Институте Научной Философии, Деборин отстаивал свои формулировки, отказы-

[1]) «Под Знам. М.», № 1—2, стр. 63.

ваясь как-либо их исправить. Класс, по его мнению, надо признать либо коллективной личностью, либо простой абстракцией, голым понятием. Защищая понимание класса, как коллективного существа, Деборин обвинял своих противников в том, что они считают классы нереальными. Конечно, это сплошное недоразумение. Класс существует объективно и реально, но не как коллективная личность, а как отношение между людьми, столь же объективное, как и существование самих людей. Отношение между двумя субстанциями существует объективно, но само оно не есть субстанция. Вот что должен бы знать тов. Деборин. Классовые отношения так же объективны, как объективно тяготение солнца и планет, которое (это тяготение) ведь само не есть планета! Все сказанное о классе можно повторить и по поводу животного вида. Невозможно понять, как Деборин мог выговорить такую чертовщину, если не знать, что у Гегеля имеется подобное отношение «общего» к «единичному». Действительный мир, по Гегелю, есть лишь инобытие духа. Следовательно, дух существовал до природы. Следовательно, идея о животном (либо плоде) существовала раньше самого конкретного животного (плода): лошади, коровы и т. п. (яблока, груши и т. п.). И, следовательно, с точки зрения Гегеля, нет ничего странного и неправильного в том, чтобы объявить «животное вообще» и т. д. реально существующим «коллективным животным» или «коллективной личностью». Выше мы всюду в скобках помещали слово «плод», так как именно этот «плод вообще» вызвал резкую критику Маркса, направленную против гегельянства.

Вот что Маркс по этому поводу писал:

«Когда я на основании знакомства с действительными яблоками, грушами, земляникой, миндалем выработаю себе представление «плод», когда я затем иду дальше и воображаю, что мое отвлеченное представление «плод» существует вне меня и даже составляет истинную сущность груш, яблок и т. п., то я, выражаясь языком умозрительной философии,—объявляю плод субстанцией груш, яблок и т. д.». И далее: «Ясно, что, идя по этому пути, не наживешь большого богатства знаний. Поэтому умозрительный философ и покидает его, но на особый, умозрительный, мистический лад. Он объявляет, что различные

грешные плоды представляют собой различные проявления жизни единого плода» (подчеркн. нами) [1]).

Вот что означает: «класс, как коллективная личность», и, «животное вообще».

На этом мы закончим анализ писаний наших философов. Не надо думать, что нашей целью было копание в цитатах. Эти цитаты не выдернуты нами, но стоят в тесной связи с текстом; всякий, у кого хватит терпения прочитать полностью цитируемые нами статьи, может в этом легко убедиться.

Мы хотели показать, что экскурсы наших философов в область естествознания бесплодны, как смоковница. Они ничего не дают для развития естественных наук. Больше того, они тормозят это развитие. Они тащат естественные науки назад, они компрометируют философию, компрометируют диалектический материализм в глазах естественников-материалистов. Ведь вы посмотрите, что получается. Лучшие физики и химики сосредоточивают свои усилия на разработке электронной теории, а наши методологи стараются опорочить электронную теорию, стараются изобразить ее бесплодной и тощей гипотезой. Лучшие биологи напрягают все силы в поисках путей к синтезу живого вещества, а наши философы заявляют, что этот синтез совершенно невозможен, издеваются и осмеивают, напр., работы Ледюка, пролагающего дорогу для этого синтеза. Резерфорд, Бор, Леб, Ледюк шагают вперед, осыпая человечество неслыханными открытиями, а марксистские «методологи» путаются у них в ногах и держат их сзади за фалды, крича на разные голоса: «Назад, назад, это невозможно».

«Куда надо направить огонь».

В начале нашей статьи мы констатировали наличие двух философских уклонов. В дальнейшем мы привели их характерные особенности, остановившись, по преимуществу, на втором уклоне. Уже из этого ясен наш ответ на вопрос, поставленный в подзаголовке. Мы занимались тем уклоном, который считаем вредней и опасней, и вот почему.

Первый уклон откровенен, и суть его очевидна для всех. Минин, Энчмен говорят прямо и ясно, что не признают ника-

[1]) Цитата взята из лекции Плеханова во 2 сб. «Группа освоб. труда».

кой философии, что диалектический материализм сыграл свою роль и может быть сдан в архив.

Отрицание марксистской философии не может встретить сочувствия в нашей стране. Слишком много дала она (философия) рабочему классу для его победы, чтобы он с легким сердцем отбросил ее. И этот уклон не встретил сочувствия. Естественники-марксисты, сначала не принимавшие участия в споре о роли философии диалектического материализма, теперь заявляют о ее необходимости для естествознания. Проповедь Минина-Энчмена осталась висеть в воздухе, никем не подхваченная.

Второй же уклон, в противоположность первому, скрыт и замаскирован марксистской фразеологией. У его представителей в одном месте мы находим одно положение, а через несколько страниц, иногда через несколько строк, диаметрально противоположное, поэтому с первого взгляда легко проглядеть ревизионистские тенденции. А еще Ленин говорил, что самые опасные ревизионисты—те, которые прикрываются громкими фразами.

Главнейшая же опасность этого уклона состоит в следующем.

Энгельс, как известно, боролся с механическими материалистами в защиту диалектики. В его время ревизия марксизма шла по линии отрицания диалектики. Диалектику с ее признанием скачков ревизионисты пытались заменить эволюционной теорией—теорией медленного, постепенного развития. Буржуазия уверяла себя, что скачки в обществе невозможны. Однако, революционные вспышки стали повторяться все чаще, отрицать их было уже нельзя. Надо было искать новых путей для обезвреживания марксизма. Признав диалектику, идеологи буржуазии стали отрицать материализм, ища опоры в идеалистических толкованиях научных достижений. Однако, действительность и сюда то и дело вносила поправки. И здесь буржуазным философам приходилось пускаться на компромиссы. В итоге мы имеем целый ряд эклектических и путанных философских систем, которые так характерны для современной буржуазной философии. Обще им всем полупризнание, полуотрицание внешнего мира, как объекта наших восприятий. Вот

почему Ленин в «Эмпириокритицизме» дает бой идеалистам всех толков за восстановление материалистической основы марксистской диалектики. И не только в области чистой философии, но и в области физики Ленин считает наиболее опасным в современных условиях уклон идеалистический. Он борется против энергетиков Маха и Оствальда, противопоставляя им материалиста Геккеля, того самого Геккеля, с которым, как с механистом, воюет Энгельс (в «Диалектике Природы»).

Из отношения к Геккелю с очевидной ясностью выступает ответ Энгельса и Ленина по вопросу о том, куда надо направить огонь. Различие между ними вытекало из различия соответствовавших им конкретных условий. Энгельс в 70—80-х годах прошлого века боролся за диалектику против механических материалистов. Ленин борется за материализм против идеалистических диалектиков.

Можем ли мы сказать, что с тех пор, как Ленин писал свой «Эмпириокритицизм», конкретная обстановка опять изменилась, и опять надо защищать марксизм от механистов и отстаивать права диалектики? Ведь именно так ставят вопрос те товарищи, которые вопят о «механистической опасности». Мы думаем, что для этого нет никаких оснований. Наоборот, правильной оказалась та линия развития современного естествознания, которую наметил Ленин двадцать лет назад. Капитализм требует от своих ученых идеализма, и этот идеализм налицо. Он усиливается, наглеет и проникает все больше в область точных наук. В биологии усилились неовиталисты (Дриш и пр.), в физике—энергетики и релятивисты (Эйнштейн). Из Европы эти течения проникают к нам...

Ленин, в предисловии ко 2-му изданию «Эмпириокритицизма», написанному в конце 20-го года, ничем не оговаривает вопроса о сущности борьбы и никаких изменений в текст не вносит. А если так, то кто же из естественников нам ближе: материалисты, хотя бы механистические, или идеалисты, хотя и диалектические? Мы должны на этот вопрос ответить по Ленину. Нам надо блокироваться с теми естественниками, которые стоят на материалистической точке зрения, а не с идеалистами. И вот в такой объективной обстановке Деборин и его сторонники блокируются с естественниками,

стоящими на идеалистической точке зрения, сочувственно цитируют их антиматериалистические заявления, протягивая им не палец, а целую руку.

Недаром после их статей Корнилов и Челпанов именуют себя «диалектическими материалистами». Они тоже за «специфичность» и «автономность» жизненных явлений и процессов, они тоже против «вульгарных механистов», т.-е. материалистов. В то же время естественники-материалисты (хотя бы и стихийные) (Леб, Навашин и др.), союз с которыми, казалось бы, для нас по завету Ленина обязателен,—встречают резкую, часто невежественную критику на страницах нашей печати. Напр., их упрекают в том, что они занимаются анализом в ущерб синтезу и т. п.

В начале настоящей статьи мы отмечали, что философские уклоны несомненно стоят в связи со сложной и противоречивой обстановкой, характеризующей нашу действительность. Эти противоречия сказываются и в братских коммунистических партиях и там также преломляются в виде уклонистских тенденций в области философии. Так, ультра-левые европейских коммунистических партий выдвинули своих идеологов Корша и Лукача, которые, также под флагом возврата к Гегелю, «поправляют» и «дополняют» Маркса и являются вполне оформившимися неогегельянцами.

Лукач и Корш считают, что сейчас в период краха капитализма уже совершается прыжок из царства необходимости в царство свободы, и идеология начинает господствовать над экономикой. Практические выводы, которые они делают из этой теории,—их политика. Она, как известно, не хочет считаться с конкретной действительностью и поэтому терпит крушение.

Мы думаем, что этот пример гегельянской ревизии марксизма должен послужить предупреждением нашим товарищам. Они должны понять, что находятся на полдороге к Коршу и Лукачу. Они должны во-время остановиться и вернуться на единственно правильный путь, путь ортодоксального диалектического материализма.

Л. Аксельрод-Ортодокс.

Мой ответ.

В № 115 (3344) «Правды» от 21 мая 1926 года напечатана рецензия С. Долова на сборник «Марксизм и этика» (Сборник статей под редакцией Я. Ф. Розанова, изд. 2-е, дополн. ГИЗ Украины, 1926 г.).

Эта рецензия трактует не о сборнике, а посвящена, главным образом, или, точнее, исключительно, моей скромной персоне, в связи с закончившейся во вторник 18-го мая дискуссией в Институте Научной Философии. Изображая мою позицию в этой дискуссии, автор рецензии уверяет, что я и мои товарищи-единомышленники стали с полной определенностью на точку зрения ревизии философии марксизма. В начале дискуссии,—повествует автор рецензии,—я «замазывала» мою и моих товарищей «ревизионистскую» позицию, но затем вынуждена была признать справедливость этого обвинения со стороны группы «ортодоксальных марксистов», возглавляемой А. Дебориным. Это изложение не соответствует ни в малейшей мере действительности, которая может быть обнаружена существующими протоколами. В действительности дело происходило следующим образом.

По поводу моих критических замечаний по докладу о философии Бергсона А. Деборин разразился шумливой речью, исказившей с начала до конца самым недопустимым образом все содержание моего выступления, заявив важно и категорически о существовании двух групп: одна из них состоит из «ортодоксальных марксистов», возглавляемых им, «ортодоксом» А. Дебориным, а другая из «ревизионистов», к которым причисляюсь и я. Раскол, с точки зрения А. Деборина, оказался налицо.

На эту, основанную на искажении моей речи о философии Бергсона, декларацию я сначала заявила, что раскола не вижу потому, что писания последнего времени А. Деборина и его «философских» учеников представляют собою сплошную эклектическую путаницу понятий, а путаница понятий не может быть рассматриваема, как философское направление. Мы, т.-е. я и мои товарищи-единомышленники, само собой разумеется,— ортодоксальные марксисты, стоящие на твердой почве диалектического материализма.

Но мои дальнейшие размышления над философским творчеством последняго времени А. Деборина, пересмотр его работ, речи на дискуссии его учеников, в которых под видом критики механического материализма обнаружилась буржуазная, а подчас просто поповская критика материализма вообще, и, наконец, прочтение статьи А. Деборина «Энгельс и диалектика в биологии»—привели меня к заключению, что одной из главных линий этой неимоверной, поистине, образцовой путаницы является гегелевский идеализм. А потому в заключительной части моей речи 4-го мая я формулировала положение в следующих словах: первая философская ревизия марксизма состояла в подведении под теорию Маркса—Энгельса в качестве фундамента трансцендентального идеализма Канта; вторая ревизия заключалась в соединении марксизма с махизмом и эмпириокритицизмом; теперь мы имеем перед собой новую ревизию, которая строит марксизм на базе идеализма Гегеля. Я же, как была, так и остаюсь на почве ортодоксального диалектического материализма и по мере моих сил и возможностей буду бороться против новой ревизии. Все сказанное здесь мною зафиксировано секретарями в протоколах. И теперь, повинуясь марксистскому долгу, продолжаю настаивать, что подлинным ревизионизмом является все то, что теперь пишется А. Дебориным и его учениками. Эта новая разновидность ревизионизма представляет собою самую вредную разновидность, потому что она прикрывается громкой ортодоксальной фразой.

Далее, голословное и недобросовестное утверждение, будто я возглавляю группу, состоящую из «механистов», «фрейдистов» и проч., является сплошным, мягко выражаясь, вымыслом, преследующим единственную цель—дискредитировать серьезных и

ответственных товарищей, стоящих на точке зрения диалектического материализма. Мои товарищи имеют и объективную и субъективную возможность доказать истинность этого моего утверждения.

Перехожу ко второму инкриминируемому мне пункту,— к моей исключительно теоретической статье о «Простых законах нравственности и права», написанной в 1916 г. Бойкий автор рецензии пишет, что я оцениваю империалистическую войну с точки зрения «простых законов нравственности и права», усматривая в такой оценке ревизионизм. Здесь надо заметить, что философски просвещенный рецензент, наверное учившийся в семинарии А. Деборина, не знает различия между оценкой и причинным объяснением явлений.

Что касается моего объяснения войны, то оно выражено в следующих строках, опущенных, повидимому, для легкости стиля, добросовестным рецензентом: «Происходящая мировая война вызвана условиями современного капиталистического хозяйства. Она—продукт целого ряда причинно обусловленных явлений. Весьма возможно, что, если бы Германия и Австрия не объявили войны в 1914 г., ее бы начала Англия в 1920. Возможно, что, если бы Германия не нарушила нейтралитет Бельгии два года тому назад, он был бы нарушен Францией в 1922 г.».

Что же касается моего взгляда на марксистскую теорию нравственности, то он целиком опирается на «Анти-Дюринг» Энгельса. Рекомендую Деборину и его ученикам Лупполу и Долову (Деборин и Луппол также пытались в своих речах на дискуссии открывать в этой статье «ревизионизм») внимательно прочесть и осмыслить в 9-й главе первой части «Анти-Дюринга» те места, которые относятся специально к принципам нравственности. И тогда им станет ясно, что существуют общие простые законы и нормы нравственности, и что эти общие законы обязательны также для пролетариата, но обязательны, лишь постольку, поскольку они не противоречат классовым и революционным задачам этого последнего, так как победа социализма над капитализмом является не только исторической необходимостью, но и является высшим нравственным идеалом для пролетариата и всех угнетенных, т.-е. подавляющего большинства человечества.

Не имею возможности в кратком письме, да и считаю излишним, останавливаться дольше на содержании моей статьи. Я надеюсь и даже уверена, что беспристрастный и, попросту говоря, добросовестный читатель, прочитав эту мою статью, должен будет сказать себе, что С. Долов не только на словах, но и на деле в своих писаниях не признает простых законов нравственности и права. Таким моим оборотом С. Долов имеет все основания быть довольным, так как, с одной стороны, я подтверждаю им его последовательность, а, с другой,—мой «ревизионизм».

СОДЕРЖАНИЕ.

Прим. Редакции: Письмо Л. И. Аксельрод напечатано по ее просьбе.

ОПЕЧАТКИ.

Стр. 29 строка 16 сверху напечатано: Лэчли; следует читать: Лэшли
» » » 15 снизу » специфизеских; следует читать: специфических
Стр. 48 строка 3 снизу: социалистическая, следует читать: социологическая
» 49 » 10 » вместо: «Движение и сила суть и т. д. читать: «Движение» и «сила» суть
Стр. 50 строка 8 снизу вместо: E читать: — E
» 58 » 3 » » равна произведению вероятностей этих систем, читать: равна произведению вероятностей состояний этих систем
Стр. 63 строка 11 сверху была упущена фраза: Однако махистское толкование этого противоречия несостоятельно
Стр. 63 строка 11 сверху вместо: Этот остроумный метод Больцмана, читать: Этот остроумный метод Больцмана в свою очередь,
Стр. 66 строка 19 сверху вместо: $\Delta x'_1, \Delta x'_2 \ldots$, читать: $\Delta x_1, \Delta x_2, \ldots$
» » » 21 » » $+\Delta P_1 + \Delta p_x$ читать: $+\Delta p_1 + \Delta p_2$
» 71 » 9 снизу » $(a_1, a_2, \ldots a_n \doteq A$ читать: $(a_1, a_2, \ldots a_n) \doteq A$.
» 73 » 2 » была упущена фраза: Числовое значение максимальной вероятности указывает на те причины событий, которые являются постоянными для всей системы, т.-е. для системы в целом. Отклонения же вызываются переменными причинами, колеблющимися в сторону плюс и минус и не относящимися ко всей системе.
Стр. 77 строка 12, 14, 15, 30 сверху везде вместо: v читать: ν
» 77 » 16 снизу вместо: $Kv = \frac{2\pi h v^3}{c^2} \frac{1}{\frac{h\nu}{lkF} - 1}$ читать:

$$K\nu = \frac{2\pi h\nu^3}{c^2} \cdot \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}.$$

Стр. 80 строка 3 снизу вместо: R · 109.677.691 читать: R = 109.677,691
» 81 » 11 » » V_1 читать: v_i
» 83 » 2 » » $P_i = C - \frac{eE}{e_i}$ читать: $P_i = C - \frac{eE}{a_i}$
» 85 » 2 сверху » $\frac{2\pi^2 me^2}{ch^3}$ читать: $\frac{2\pi^2 me^4}{ch^3}$
» 87 » 13 » выбросить: (95)

Стр. 88 строка 2 снизу вместо: Непрерывность не внешня и т. д. читать: «Непрерывность не внешня

Стр. 91 строка 5 сверху вместо: 10 читать: 10!

» 91 » 1, 2 и 3 снизу выбросить целиком, а фразу читать так: При одном и том же числе порядок элементов может быть весьма многообразным, и это может решить результат.

Стр. 93 строка 7 сверху вместо: p_2 читать: $\frac{p}{2}$

» 106 » 18 » » Необходимость представляет собой читать: Необратимость представляет собою

Стр. 135 строка 6 снизу вместо: Gesamte читать: Gesammelte

» 138 » 11 сверху вместо: $\left(1+\frac{v_r}{c^2}\right)^2$ читать: $\left(1+\frac{v_r}{c}\right)^2$

» 138 » 16 снизу » $P=\frac{kM_1M_2}{r}\left[1+\frac{2}{c}\left(\frac{dr}{dt}\right)+\frac{3}{c}\left(\frac{dr}{dt}\right)^2\right]$

читать: $P=\frac{kM_1M_2}{r}\left[1+\frac{2}{c}\left(\frac{dr}{dt}\right)+\frac{3}{c^2}\left(\frac{dr}{dt}\right)^2\right]$

Стр. 148 строка 7 сверху вместо: $K-n^2$ читать: $K=n^2$

» 158 » 2 снизу » (читать:)

» 169 » 5 » » Аддинга читать: Андинга

» 175 » 14 сверху » $v-c$ читать: $v=c$

Цена 3 р. 50 к.



СКЛАДЫ ИЗДАНИЙ:

ВОЛОГДА: Изд-во Акц. О-ва „Северный Печачатник“, ул. Урицкого, 2.

МОСКВА: Контора изд-ва Акц. О-ва „Северный Печатник“, Рождественка, 19. Тел. 5-55-73.

Продажа всех изданий Акц. О-ва „Северный Печатник“ **в Москве, Ленинграде, Харькове, Ростове на Дону и Свердловске;** в магазинах издательства **„Работник Просвещения“.**